

PATENT

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: July 17, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

60188-585
July 17, 2003
YAMAOKA et al.
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 7月18日

出願番号
Application Number:

特願2002-209580

[ST.10/C]:

[JP2002-209580]

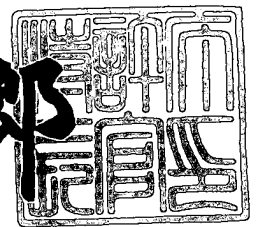
出願人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 6月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045521

【書類名】 特許願

【整理番号】 5037840010

【提出日】 平成14年 7月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11C 11/22

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 山岡 邦吏

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 平野 博茂

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 村久木 康夫

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077931

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

 【識別番号】 100094134

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 強誘電体記憶装置及びその読み出し方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれが第 1 のビット線及び第 2 のビット線からなる複数のビット線対と、

前記ビット線対ごとの電位差を増幅する複数のセンスアンプと、

前記複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタ並びにソース及びドレインがそれぞれ該強誘電体キャパシタの第 1 電極及び前記第 1 のビット線と接続されたトランジスタによって構成されたメモリセルと、

前記複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタ並びにソース及びドレインがそれぞれ該強誘電体キャパシタの第 1 電極及び前記第 2 のビット線と接続されたトランジスタによって構成され、互いに隣接するビット線対同士で互いに異なるデータを保持するリファレンスセルと、

前記メモリセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するワード線と、

前記リファレンスセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するリファレンスワード線と、

前記メモリセルにおける強誘電体キャパシタの第 2 電極同士を接続するセルプレート線と、

前記リファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの第 2 電極同士を接続するリファレンスセルプレート線と、

前記メモリセル、リファレンスセル及びセンスアンプの読み出し動作を制御する制御回路とを備え、

前記制御回路は、前記センスアンプの駆動中には前記リファレンスワード線を非活性状態にすることを特徴とする強誘電体記憶装置。

【請求項 2】 前記複数のビット線対において、互いに隣接するビット線対の前記第 2 のビット線同士を接続するスイッチ回路をさらに備え、

前記制御回路は、前記センスアンプの駆動中には前記スイッチ回路を駆動しないことを特徴とする請求項 1 に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項3】 前記制御回路は、前記スイッチ回路を駆動すると共に前記ワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いて前記セルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、次に前記リファレンスワード線を非活性化した後に前記スイッチ回路の駆動を停止し、その後前記センスアンプを駆動することを特徴とする請求項1又は2に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項4】 前記制御回路は、前記スイッチ回路を駆動すると共に前記ワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いて前記セルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、次に前記スイッチ回路の駆動を停止した後に前記リファレンスワード線を非活性化し、その後前記センスアンプを駆動することを特徴とする請求項2に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項5】 前記制御回路は、前記スイッチ回路を駆動すると共に前記ワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いて前記リファレンスワード線を非活性化した後に前記スイッチ回路の駆動を停止し、次に前記セルプレート線及び前記リファレンスセルプレート線を非活性化し、その後前記センスアンプを駆動することを特徴とする請求項2に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項6】 前記制御回路は、前記スイッチ回路を駆動すると共に前記ワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いて前記スイッチ回路の駆動を停止した後に前記リファレンスワード線を非活性化し、次に前記セルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、その後前記センスアンプを駆動することを特徴とする請求項2に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項7】 前記制御回路は、前記ワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線の活性化よりも前に前記スイッチ回路の駆動を開始することを特徴とする請求項3～6に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項8】 前記制御回路は、前記リファレンスワード線及びリファレン

セルプレート線を所定の期間活性化した後、前記スイッチ制御回路を所定の期間駆動し、その後前記センスアンプを駆動することを特徴とする請求項2に記載の強誘電体記憶装置。

【請求項9】 それぞれが、第1のビット線及び第2のビット線からなる複数のビット線対と、複数のビット線対の電位差を増幅する複数のセンスアンプと、複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタと、ソース及びドレインがそれぞれ該強誘電体キャパシタの第1電極及び第1のビット線と接続されたトランジスタとによって構成されたメモリセルと、複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタと、ソース及びドレインがそれぞれ該強誘電体キャパシタの第1電極及び第2のビット線と接続されたトランジスタとによって構成され、隣接するビット線対同士で互いに異なるデータを保持するリファレンスセルと、複数のビット線対において、互いに隣接するビット線対の第2のビット線同士を接続するスイッチ回路と、メモリセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するワード線と、リファレンスセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するリファレンスワード線と、メモリセルにおける強誘電体キャパシタの第2電極同士を接続するセルプレート線と、リファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの第2電極同士を接続するリファレンスセルプレート線と、メモリセル、リファレンスセル、スイッチ回路及びセンスアンプの読み出し動作を制御する制御回路とを備えた強誘電体記憶装置の読み出し方法であって、

前記ワード線及びリファレンスワード線を活性化する第1の工程と、

前記セルプレート線及びリファレンスセルプレート線を所定の期間活性化する第2の工程と、

前記スイッチ回路を駆動するためのスイッチ制御信号を活性化する第3の工程と、

前記第1の工程よりも後に、前記リファレンスワード線を非活性化する第4の工程と、

前記第3の工程よりも後に、前記スイッチ制御信号を非活性化する第5の工程と、

前記第 4 の工程よりも後に前記センスアンプを所定の期間駆動する第 6 の工程を備えていることを特徴とする強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【請求項 1 0】 前記第 6 の工程は前記第 5 の工程よりも後に行われるを特徴とする請求項 9 に記載の強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【請求項 1 1】 前記第 3 の工程は前記第 2 の工程よりも後に開始されることを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【請求項 1 2】 前記第 2 の工程は前記第 3 の工程よりも後に行われることを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【請求項 1 3】 前記第 3 の工程は前記第 6 の工程の開始後まで継続して行われることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【請求項 1 4】 前記第 1 の工程は前記第 3 の工程よりも後に行われることを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 4 のうちのいずれか 1 項に記載の強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【請求項 1 5】 前記第 3 の工程は前記第 4 の工程よりも後に行われることを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の強誘電体記憶装置の読み出し方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、メモリセルに強誘電体キャパシタを用いる強誘電体記憶装置及びその読み出し方法に関し、特に互いに異なるデータを保持する 2 つのリファレンスセルにより基準電位を生成する強誘電体記憶装置及びその読み出し方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、容量絶縁膜が強誘電体からなる、いわゆる強誘電体キャパシタの残留分極を利用してデータを保持する強誘電体記憶装置の開発が進んでいる。強誘電体記憶装置のメモリセルとして、これまでは、2 つのトランジスタを用いて 2 つの強誘電体キャパシタに相補データを保持する 2 トランジスタ 2 キャパシタ型のメ

メモリセルが主に用いられているが、最近では、データの大容量化が要求されていることやプロセス技術が微細化されたことにより、1トランジスタ1キャパシタ型のメモリセルが採用されている。

【0003】

このような1トランジスタ1キャパシタ型のメモリセルでは、メモリセルからデータが読み出されたビット線に対し、対となるビット線に基準電位（リファレンスレベル）を与えて、2つのビット線の電位差をセンスアンプを用いて増幅することによりデータの読み出しが行われる。例えば、特開平7-262768号公報には、このような1トランジスタ1キャパシタ型の強誘電体記憶装置として、互いに異なるデータを保持する2つのリファレンスセルを用いて基準電位を生成する強誘電体記憶装置が開示されている。

【0004】

以下に、1トランジスタ1キャパシタ型のメモリセルを用いた従来の強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【0005】

図9は従来の強誘電体記憶装置の回路構成を示している。図9に示すように、従来の強誘電体記憶装置は、データを保持するメモリセルとして、それぞれがゲートがワード線WL1, WL2と接続され且つドレインがビット線BL1～BL4と接続されたトランジスタT1～T4及び第1電極がトランジスタT1～T4のソースと接続され且つ第2電極が第1のセルプレート線CP1, CP2と接続された強誘電体キャパシタC1～C4からなる第1のメモリセル101、第2のメモリセル102、第3のメモリセル及び第4のメモリセル104を備えている。

【0006】

また、基準電位生成用のデータを保持するメモリセルとして、それぞれが、ゲートがリファレンスワード線RWL1, RWL2と接続され且つドレインがビット線BL1～BL4と接続されたトランジスタT5～T8及び第1電極がトランジスタT5～T8のソースと接続され且つ第2電極がリファレンスセルプレート線RCP1, RCP2と接続された強誘電体キャパシタC5～C8からなるから

なる第1のリファレンスセル105、第2のリファレンスセル106、第3のリファレンスセル107及び第4のリファレンスセル108が設けられている。

【0007】

第1のリファレンスセル105、第2のリファレンスセル106、第3のリファレンスセル107及び第4のリファレンスセル108には、それぞれに所定のデータを書き込むための回路として、それぞれがドレインが強誘電体キャパシタC5～C8の第1電極と接続されたトランジスタT9～T12からなる第1のリセット回路109、第2のリセット回路110、第3のリセット回路111及び第4のリセット回路112が設けられている。

【0008】

また、第1のビット線BL1及び第3のビット線BL3はトランジスタT13からなる第1のスイッチ回路113を介して互いに接続され、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4はトランジスタT14からなる第2のスイッチ回路114を介して互いに接続されている。

【0009】

第1のビット線BL1及び第2のビット線BL2は、2つのトランジスタT15、T16からなる第1のプリチャージ回路115と接続されると共に、第1のセンスアンプ116にビット線対として接続されている。同様に、第3のビット線BL3及び第4のビット線BL4は、2つのトランジスタT17、T18からなる第2のプリチャージ回路117と接続されると共に、第2のセンスアンプ118にビット線対として接続されている。

【0010】

また、前述の各回路を制御するための制御回路119が設けられており、第1のワード線WL1、第2のワード線WL2、第1のセルプレート線CP1、第2のセルプレート線CP2、第1のリファレンスワード線RWL1、第2のリファレンスワード線RWL2、第1のリファレンスセルプレート線RCP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を駆動し、各メモリセル及び各リファレンスセルの動作を制御する。

【0011】

また、制御回路119は、第1のリセット制御信号RPG1により第1のリセット回路109及び第3のリセット回路111を制御し、第2のリセット制御信号RPG2により第2のリセット回路110及び第4のリセット回路112を制御し、第1のスイッチ制御信号REQ1により第1のスイッチ回路113を制御し、第2のスイッチ制御信号REQ2により第2のスイッチ回路114を制御し、プリチャージ信号BPにより第1のプリチャージ回路115及び第2のプリチャージ回路117を制御し、またセンスアンプ起動信号SAEにより第1のセンスアンプ116及び第2のセンスアンプ118を制御する。

【0012】

以下、従来の強誘電体記憶装置の読み出し動作について図面を参照しながら説明する。ここでは、第1のメモリセル101及び第3のメモリセル103にはそれぞれ“1”データ及び“0”データが保持されているとし、また第2のリファレンスセル106及び第4のリファレンスセル108にはそれぞれ“1”データ及び“0”データが保持されているとして、第1のメモリセル101及び第3のメモリセル103に書き込まれたデータを読み出す場合について図10を用いて説明する。

【0013】

ここで、各メモリセル及びリファレンスセルにおいて、それぞれの強誘電体キャパシタC1～C8が第1電極が正極となる残留分極を有する場合を“1”データとし、第2電極が正極となる残留分極を有する場合を“0”データとする。

【0014】

図10は従来の強誘電体記憶装置における読み出し動作の動作タイミングを示している。図10に示すように、まず、初期状態として、ビット線プリチャージ信号BPを活性状態（論理電圧“H”レベル）とすることにより、第1のプリチャージ回路115及び第2のプリチャージ回路117を駆動して各ビット線（すなわち、第1のビット線BL1、第2のビット線BL2、第3のビット線BL3及び第4のビット線BL4）を接地電圧Vssにプリチャージする。このとき、第1のワード線WL1、第1のセルプレート線CP1、第2のリファレンスワード線RWL2、第2のリファレンスセルプレート線RCP2、第2のスイッチ制御

信号REQ2、第2のリセット制御信号RPG2、リセットデータ信号RPD及びセンスアンプ起動信号SAEは非活性状態（論理電圧“L”レベル）である。

【0015】

そして、時刻t1のタイミングにおいて、ビット線プリチャージ信号BPを非活性化することにより、各ビット線BL1～BL4をすべてフローティング状態にする。

【0016】

次に、時刻t2のタイミングにおいて、第2のスイッチ制御信号REQ2、第1のワード線WL1、第1のセルプレート線CP1、第2のリファレンスワード線RWL2及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を活性化する。

【0017】

これにより、トランジスタT1、T3がオンされると共に強誘電体キャパシタC1、C3の第2電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第1のメモリセル101及び第3のメモリセル103に保持された“1”データ及び“0”データがそれぞれ第1のビット線BL1及び第3のビット線BL3に出力される。また、トランジスタT6、T8がオンされると共に強誘電体キャパシタC6、C8の第2電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第2のリファレンスセル106及び第4のリファレンスセル108に保持された“1”データ及び“0”データがそれぞれ第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4に出力される。

【0018】

このとき、第2のスイッチ制御信号REQ2の活性化により第2のスイッチ回路114が駆動して第2のビット線BL2と第4のビット線BL4とがイコライズされているため、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4には、“1”データに対応する電位と“0”データに対応する電位との中間の電位が基準電位（リファレンスレベル）として出力される。

【0019】

次に、時刻t3のタイミングにおいて、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を非活性化する。

【0020】

次に、時刻 t_4 のタイミングにおいて、センスアンプ起動信号 SAE を活性化して第1のセンスアンプ116及び第2のセンスアンプ118を駆動させる。これにより、第1のビット線 BL_1 が電源電圧 V_{cc} となり且つ第2のビット線 BL_2 が接地電圧 V_{ss} となるまで増幅され、第3のビット線 BL_3 と第4のビット線 BL_4 との電位差は、第3のビット線 BL_3 が接地電圧 V_{ss} となり且つ第4のビット線 BL_4 が電源電圧 V_{cc} となるまで増幅される。

【0021】

このとき、第1のワード線 WL_1 は活性状態であるため、トランジスタ T_1 、 T_3 を介して強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 の第1電極にそれぞれ電源電圧 V_{cc} 及び接地電圧 V_{ss} が供給されるため、第1のメモリセル101及び第3のメモリセル103に対する再書き込みが行われる。

【0022】

その後、第2のリファレンスワード線 RWL_2 及び第2のスイッチ制御信号 REQ_2 を順次非活性化する。これにより、トランジスタ T_6 、 T_8 をオフ状態として第2のリファレンスセル106及び第4のリファレンスセル108を第2のビット線 BL_2 及び第4のビット線 BL_4 から切り離した後、第2のスイッチ回路114を停止して第2のビット線 BL_2 と第4のビット線 BL_4 とを遮断する。

【0023】

続いて、リセットデータ信号 RPD 及び第2のリセット制御信号 RPG_2 を順次活性状態にすることにより、第2のリセット回路110及び第4のリセット回路112を用いて第2のリファレンスセル106及び第4のリファレンスセル108への再書き込みを行う。このとき、第2のリファレンスセル106においては、強誘電体キャパシタ C_6 の第1電極に接地電圧 V_{ss} が供給されているため“0”データが書き込まれ、また第4のリファレンスセル108においては、強誘電体キャパシタ C_8 の第1電極にリセットデータ信号 RPD として“H”レベルの電圧が供給されることため“1”データが書き込まれる。

【0024】

次に、時刻 t_5 のタイミングにおいて、センスアンプ起動信号 SAE を非活性

化して第1のセンスアンプ116及び第2のセンスアンプ118を停止した後、第2のリファレンスセルプレート線RCP2を活性化する。これにより、第4のリファレンスセル108の強誘電体キャパシタC8に印加される電圧は、第1電極にはリセットデータ信号RPDから“H”レベルの電圧が供給され、且つ第2電極には第2のリファレンスセルプレート線RCP2から“H”レベルの電圧が供給されるため0Vとなる。

【0025】

その後、ビット線プリチャージ信号BPを活性化すると共に、第2のリファレンスセルプレート線RCP2、第1のワード線WL1、リセットデータ信号RPD、第2のリセット制御信号RPG2を順次非活性化して初期状態と同じ状態に戻し、読み出し動作が終了する。

【0026】

以下、前述の読み出し動作に伴う各強誘電体キャパシタの電荷の変動について図面を参照しながら説明する。

【0027】

図11は、従来の強誘電体記憶装置の強誘電体キャパシタに用いられる強誘電体のヒステリシス特性を示し、横軸は強誘電体キャパシタの電極印加される電圧を表し、縦軸は強誘電体の分極電荷量を表している。また、図11において、強誘電体キャパシタC1～C8の第1電極側が正極となる場合を正の分極電荷量として表している。

【0028】

図11に示すように、強誘電体キャパシタは、電源電圧Vccを正方向に印加された場合には点Aの位置に相当する分極電荷量を有しており、この状態から負の方向に電圧を変化する場合には曲線131の上を負の方向に移動した点の分極電荷量となる。逆に、電源電圧Vccを負方向に印加された場合には点Bの位置に相当する分極電荷量を有しており、この状態から正の方向に電圧を変化する場合には曲線132の上を負の方向に移動した点の分極電荷量となる。

【0029】

ここでは、図10に示す読み出し動作のタイミングに従って、図11を用いて

各強誘電体キャパシタの分極状態の変化を説明する。

【0030】

ただし、図10に示す“L”レベルは接地電位 V_{ss} (0 V) であり、且つ“H”レベルは電源電圧 V_{cc} であるとする。

【0031】

まず、図10に示す時刻 t_1 のタイミングでは、各メモセル及び各リファレンスセルの強誘電体キャパシタ $C_1 \sim C_8$ には電圧が印加されていない。このため、“1”データを保持する第1のメモリセル101及び第2のリファレンスセル106では、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_6 の分極電荷量は点Cの位置にあり、また“0”データを保持する第3のメモリセル103及び第4のリファレンスセル108では、強誘電体キャパシタ C_3 、 C_8 の分極電荷量は点Dの位置にある。

【0032】

次に、図10に示す時刻 t_2 のタイミングでは、トランジスタ T_1 、 T_3 がオンされ且つ第1のセルプレート線CPに電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 において第1電極には接地電圧 V_{ss} が、第2電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。また、トランジスタ T_6 、 T_8 がオンされ且つ第2のリファレンスセルプレート線RCP2に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 において第1電極には接地電圧 V_{ss} が、第2電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。これにより、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 、 C_6 、 C_8 は0 Vの状態から負の電圧 ($-V_{cc}$) が印加された状態に変化する。

【0033】

このとき、第1のメモリセル101では、強誘電体キャパシタ C_1 の分極電荷量が点Cから点Eまで曲線131の上を移動する。なお、点Eの位置は、強誘電体キャパシタ C_1 に印加された電圧 V_{cc} が、第1のビット線BL1の容量と強誘電体キャパシタ C_1 の容量との間で容量分割されることにより決まる点であり、具体的には点Cを負の方向に電圧 V_{cc} 分だけ電圧軸に沿って移動した点として点Fを定め、点Fから第1のビット線BL1の容量負荷線133aを引くことによ

り、曲線131と容量負荷線133aとの交点として点Eが定められる。

【0034】

また、第3のメモリセル103では、強誘電体キャパシタC3の分極電荷量が点Dから負の方向に曲線132の上を移動し、点Dを負の方向に電圧 V_{cc} 分だけ電圧軸に沿って移動した点である点Gから第3のビット線BL3の容量負荷線133bと曲線132との交点である点Hの位置に移動する。ここで、第3のビット線BL3の容量は第1のビット線BL1と同じであるため、第3のビット線BL3の容量負荷線133bは、第1のビット線BL1の容量負荷線133aと同じ傾きである。

【0035】

同様に、第2のリファレンスセル106では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Cから点Iの位置に、第4のリファレンスセルでは強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Dから点Jの位置にそれぞれ移動する。ここで、点Iの位置は第2のビット線BL2の容量負荷線134aと曲線131との交点であり、容量負荷線134aは、第2のビット線と第4のビット線がイコライズされることにより第2のビット線の容量値が増大するため、容量負荷線133a、133bよりも傾きが大きくなる。

【0036】

このとき、第1のビット線BL1には電荷 Q_3 が読み出されて点Eに対応する“1”データの電位となり、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4には電荷 Q_2 が読み出されて点I及び点Jに対応する基準電位となり、第3のビット線BL3には電荷 Q_1 が読み出されて点Hに対応する“0”データの電位となる。これにより、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との間には電位差 V_1 が生じ、第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との間には電位差 V_2 が生じる。

【0037】

次に、図10に示す時刻 t_3 のタイミングでは、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2が非活性化されるため、第1のメモリセル101、第3のメモリセル103、第2のリファレンスセル106及

び第4のリファレンスセル108において、それぞれの強誘電体キャパシタに印加される電圧は負の電圧 ($-V_{cc}$) から0Vに変化する。

【0038】

これにより、第1のメモリセル101では、強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Eから点Kの位置まで曲線135の上を移動する。ここで、点Kの位置は、電圧軸に沿って点Eを正の方向に電圧 V_{cc} 分だけ移動した点である点Lから第1のビット線BL1の容量負荷線133cを引き、曲線135と容量負荷線133cとの交点として定められる。また、第3のメモリセル103では、強誘電体キャパシタC3の分極電荷量は点Hから点Dの位置まで曲線132の上を移動する。

【0039】

同様に、第2のリファレンスセル106では、強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Iから点Mの位置まで曲線136の上を移動する。ここで、点Mの位置は、電圧軸に沿って点Iを正の方向に電圧 V_{cc} 分だけ移動した点である点Nから第2のビット線BL2の容量負荷線134bを引き、曲線136と容量負荷線134bとの交点として定められる。また、第4のリファレンスセル108では強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Hの位置から点Pの位置まで曲線132の上を移動する。

【0040】

このとき、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との間には点Kと点Pの電位差に相当する電位差 V_3 が、また第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との間には点Dと点Pの電位差に相当する電位差 V_4 が生じる。

【0041】

次に、図10に示す時刻 t_4 のタイミングでは、第1のセンスアンプ116により電位差 V_4 が増幅されて第1のビット線BL1が電源電圧 V_{cc} 、第2のビット線BL2が接地電位 V_{ss} となる。このときトランジスタT1、T6はオン状態であるため、第1のメモリセル101では、強誘電体キャパシタC1に正の電圧 (V_{cc}) が印加された状態となり、また第2のリファレンスセル106では、強誘電体キャパシタC6が0Vの状態となる。従って第1のメモリセル101では

第1の強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Kから点Aまで曲線135の上を移動し、また第2のリファレンスセル106では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Mの状態から点Qに移動する。

【0042】

同様に、第2のセンスアンプ118により電位差V3が増幅されて第3のビット線BL3が接地電圧Vssに、第4のビット線BL4が電源電圧Vccになる。このときトランジスタT3, T8がオン状態であるため、第3のメモリセル103では強誘電体キャパシタC3は0Vのまま変化しないため、点Dの位置から移動せず、また、第4のリファレンスセル108では強誘電体キャパシタC8は電源電圧Vccが印加された状態となるため点Pの位置から点Aの位置にまで移動する。

【0043】

続いて、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次活性化することにより、第2のリファレンスセル106の強誘電体キャパシタC6の第1電極にはリセットデータ信号RPDから電源電圧Vccが印加され、第4のリファレンスセル108の強誘電体キャパシタC8には接地電圧Vssが印加されるため、強誘電体キャパシタC6は0Vの状態から正の電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量は点Qから点Aまで曲線136の上を移動し、強誘電体キャパシタC8は電源電圧Vccが印加された状態から0Vの状態に変化するため分極電荷量は点Aから点Cまで曲線131の上を移動する。

【0044】

次に、図10に示す時刻t5のタイミングよりも後に、第2のリファレンスセルプレート線RCP2を活性化することにより、第2のリファレンスセル106及び第4のリファレンスセル108の強誘電体キャパシタC6, C8の第2電極に電源電圧Vccが印加される。これにより、強誘電体キャパシタC6は正の電圧が印加された状態から0Vの状態に変化するため、分極電荷量は点Aから点Cまで曲線131の上を移動し、強誘電体キャパシタC8は0Vの状態から負電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量は点Cから点Bまで曲線131の上を移動する。

【 0 0 4 5 】

その後、リセットデータ信号 R P D 及び第 2 のリセット制御信号 R P G 2 を順次非活性化することにより強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 1 電極が 0 V となり、また、第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を非活性化することにより、強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 2 電極が 0 V となる。これにより、第 2 のリファレンスセル 1 0 6 では、強誘電体キャパシタ C 6 が 0 V の状態から変化しないため点 C のままであり、第 4 のリファレンスセル 1 0 8 では強誘電体キャパシタ C 8 が負の電圧が印加された状態から 0 V の状態に変化するため、分極電荷量は点 B から点 D まで曲線 1 3 2 の上を移動する。

【 0 0 4 6 】

このように、従来の強誘電体記憶装置によると、各メモリセルの読み出し動作において、“1” データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 C から点 E、点 K、点 A、点 C の順に移動し、“0” データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 D から点 H、点 B、点 D の順に移動する。また、各リファレンスセルの読み出し動作において、“1” データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 C から点 I、点 M、点 Q、点 A、点 C の順に移動し、“0” データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 D から点 J、点 P、点 A、点 B、点 D の順に移動する。このとき、“0” データを保持する強誘電体キャパシタの分極反転量は図 1 0 に示す点 C と点 D との間の電荷量 Q S W となる。

【 0 0 4 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の強誘電体記憶装置によると、1 つのビット線対に多数形成されたメモリセルにおいて、1 つのメモリセルを読み出す度に 1 対のリファレンスセルが用いられるため、メモリセルと比べてリファレンスセルの動作頻度が極めて高い。従って、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性がリファレンスセルの劣化に依存して低下するという問題を有している。

【 0 0 4 8 】

本発明は、前記従来の問題を解決し、リファレンスセルを用いて基準電位を生

成する強誘電体記憶装置において、リファレンスセルの読み出し動作における分極反転量を小さくして書き換え回数特性を向上できるようにすることを目的とする。

【0049】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、本発明は、センスアンプを駆動するよりも前にリファレンスセルをビット線から切り離す構成とする。

【0050】

具体的に、本発明に係る強誘電体記憶装置は、それぞれが、第1のビット線及び第2のビット線からなる複数のビット線対と、複数のビット線対の電位差を増幅する複数のセンスアンプと、複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタと、ソース及びドレインがそれぞれ該強誘電体キャパシタの第1電極及び第1のビット線と接続されたトランジスタとによって構成されたメモリセルと、複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタと、ソース及びドレインがそれぞれ該強誘電体キャパシタの第1電極及び第2のビット線と接続されたトランジスタとによって構成され、隣接するビット線対同士で互いに異なるデータを保持するリファレンスセルと、複数のビット線対において、互いに隣接するビット線対の第2のビット線同士を接続するスイッチ回路と、メモリセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するワード線と、リファレンスセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するリファレンスワード線と、メモリセルにおける強誘電体キャパシタの第2電極同士を接続するセルプレート線と、リファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの第2電極同士を接続するリファレンスセルプレート線と、メモリセル、リファレンスセル、スイッチ回路及びセンスアンプの読み出し動作を制御する制御回路とを備え、制御回路は、センスアンプの駆動中にはリファレンスワード線を非活性状態にする。

【0051】

本発明の強誘電体記憶装置によると、制御回路はセンスアンプの駆動中にはリファレンスワード線を非活性状態にするため、センスアンプの駆動中にはリファ

レンスセルにおける強誘電体キャパシタの第1電極と第2のビット線とが切り離されるので、センスアンプにより増幅された電位によりリファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの分極電荷量が移動しない。これにより、リファレンスセルの分極反転量が小さくなり、メモリセルの読み出し動作に伴うリファレンスセルの強誘電体キャパシタに生じるストレスを低減することができるため、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することができる。

【0052】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、センスアンプの駆動中にはスイッチ回路を駆動しないことが好ましい。このようにすると、センスアンプの駆動中に異なるデータが出力された2つのビット線を切り離した状態でセンスアンプが駆動するため、強誘電体記憶装置の消費電流量を抑制することができる。

【0053】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、スイッチ回路を駆動すると共にワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いてセルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、次にリファレンスワード線を非活性化した後にはスイッチ回路の駆動を停止し、その後センスアンプを駆動することが好ましい。このようにすると、リファレンスワード線の活性化よりも前にスイッチ制御回路が駆動されるため、スイッチ制御回路の駆動を停止するときに生じるノイズが強誘電体キャパシタに伝達されないので、強誘電体キャパシタの分極電荷量がスイッチ制御信号の非活性化に伴うノイズによって移動することがなく、特に、ビット線容量が大きい場合にはスイッチ制御回路の停止に伴うノイズがビット線の電位に与える影響が少ないため、確実な読み出し動作が可能となる。

【0054】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、スイッチ回路を駆動すると共にワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いてセルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、次にスイッチ回路の駆動を停止した後にはリファレンスワード線を非活性化し、その後センスアンプを駆動することが好ましい。このようにすると、

スイッチ制御回路を駆動が停止した後にリファレンスワード線が非活性化されるため、ビット線容量が小さい場合には、スイッチ制御回路の停止に伴うノイズがビット線に与える影響は小さくなり、確実な読み出し動作が可能となる。

【 0 0 5 5 】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、スイッチ回路を駆動すると共にワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いてリファレンスワード線を非活性化した後にスイッチ回路の駆動を停止し、次にセルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、その後センスアンプを駆動することが好ましい。このようにすると、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線をセンスアンプ駆動中にまで活性化するため、スイッチ制御回路の駆動を停止するときのビット線電位を高くしてノイズの影響を小さくすることができる。

【 0 0 5 6 】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、スイッチ回路を駆動すると共にワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化し、続いてスイッチ回路の駆動を停止した後にリファレンスワード線を非活性化し、次にセルプレート線及びリファレンスセルプレート線を非活性化し、その後センスアンプを駆動することが好ましい。

【 0 0 5 7 】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、ワード線、セルプレート線、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を活性化よりも前にスイッチ回路の駆動を開始することが好ましい。このようにすると、スイッチ制御回路の駆動期間を確保しながら、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線を活性化するため、リファレンス用の電位が生じるまでの時間を短縮することができ、高速動作が可能となる。

【 0 0 5 8 】

本発明の強誘電体記憶装置において、制御回路は、リファレンスワード線及びリファレンスセルプレート線を所定の期間活性化した後、スイッチ制御信号を所定の期間活性化し、その後センスアンプを駆動することがこのましい。このよう

にすると、強誘電体キャパシタの容量がビット線に付加されない状態でビット線がイコライズされるため、分極反転量をさらに小さくすることができるのに加えて、高精度のリファレンスレベルを発生することができ、書き換え回数特性と読み出し動作の信頼性がさらに向上する。

【 0 0 5 9 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法は、それぞれが、第 1 のビット線及び第 2 のビット線からなる複数のビット線対と、複数のビット線対の電位差を増幅する複数のセンスアンプと、複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタと、ソース及びドレインが該強誘電体キャパシタの第 1 電極及び第 1 のビット線と接続されたトランジスタとを有するメモリセルと、複数のビット線対のそれぞれに形成され、データを保持する強誘電体キャパシタと、ソース及びドレインが該強誘電体キャパシタの第 1 電極及び第 1 のビット線と接続されたトランジスタとを有し、隣接するビット線対同士で互いに異なるデータを保持するリファレンスセルと、複数のビット線対において、互いに隣接するビット線対の第 2 のビット線同士を接続するスイッチ回路と、メモリセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するワード線と、リファレンスセルにおけるトランジスタのゲート同士を接続するリファレンスワード線と、メモリセルにおける強誘電体キャパシタの第 2 電極同士を接続するセルプレート線と、リファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの第 2 電極同士を接続するリファレンスセルプレート線と、メモリセル、リファレンスセル、スイッチ回路及びセンスアンプの動作を制御する制御回路とを備えた強誘電体記憶装置の読み出し方法を対象とし、ワード線及びリファレンスワード線を活性化する第 1 の工程と、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線に読み出し用の電圧を所定の期間印加する第 2 の工程と、スイッチ回路を駆動するためのスイッチ制御信号を活性化す第 3 の工程と、第 1 の工程よりも後に、リファレンスワード線を非活性化する第 4 の工程と、第 3 の工程よりも後に、スイッチ制御信号を非活性化する第 5 の工程と、第 4 の工程よりも後にセンスアンプを所定の期間駆動する第 6 の工程を備えている。

【 0 0 6 0 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法によると、リファレンスワード線を非活性化する第4の工程と、第4の工程よりも後にセンスアンプを所定の期間駆動する第6の工程を備えているため、センスアンプの駆動中にはリファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの第1電極と第2のビット線とが切り離されるので、センスアンプにより増幅された電位によりリファレンスセルにおける強誘電体キャパシタの分極電荷量が移動しない。これにより、リファレンスセルの分極反転量が小さくなり、メモリセルの読み出し動作に伴うリファレンスセルの強誘電体キャパシタに生じるストレスを低減することができるため、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することができる。

【 0 0 6 1 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法において、第6の工程は第5の工程よりも後に行われることが好ましい。このようにすると、センスアンプの駆動中に異なるデータが出力された2つのビット線を切り離した状態でセンスアンプが駆動するため、強誘電体記憶装置の消費電流量を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法において、第3の工程は第2の工程よりも後に行われることが好ましい。このようにすると、スイッチ制御信号がリファレンスワード線の活性化よりも前に非活性化されるため、スイッチ制御信号の非活性化時に生じるノイズが強誘電体キャパシタに伝達されないので、強誘電体キャパシタの分極電荷量がスイッチ制御信号の非活性化に伴うノイズによって移動することがなく、特に、ビット線容量が大きい場合にはスイッチ制御信号の非活性化に伴うノイズがビット線の電位に与える影響が少ないため、確実な読み出し動作が可能となる。

【 0 0 6 3 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法において、第2の工程は第3の工程よりも後に行われることが好ましい。このようにすると、スイッチ制御信号を非活性化した後にリファレンスワード線が非活性化されるため、ビット線容量が小さい場合には、スイッチ制御信号の非活性化に伴うノイズがビット線に与える影響は小さくなり、確実な読み出し動作が可能となる。

【 0 0 6 4 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法において、第 3 の工程は第 6 の工程の開始後まで継続して行われることが好ましい。このようにすると、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線をセンスアンプ駆動中にまで活性化するため、スイッチ制御信号の非活性化時のビット線電位を高くすることができる。

【 0 0 6 5 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法において、第 1 の工程は第 3 の工程よりも後に行われることが好ましい。このようにすると、スイッチ制御信号の活性化によりイコライズ期間を確保しながら、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線を活性化するので、ビット線の電位がリファレンスレベルに達するまでの時間を短縮することができ、高速動作が可能となる。

【 0 0 6 6 】

本発明の強誘電体記憶装置の読み出し方法において、第 3 の工程は第 4 の工程よりも後に行われることが好ましい。このようにすると、強誘電体キャパシタの容量がビット線に付加されない状態でビット線がイコライズされるため、分極反転量をさらに小さくすることができるのに加えて、高精度のリファレンスレベルを発生することができ、書き換え回数特性と読み出し動作の信頼性がさらに向上する。

【 0 0 6 7 】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 6 8 】

図 1 は第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の回路構成を示している。図 1 に示すように、本実施形態の強誘電体記憶装置は、データを保持するメモリセルとして、ゲートが第 1 のワード線 $W L 1$ と接続され且つドレインが第 1 のビット線 $B L 1$ と接続されたトランジスタ $T 1$ 及び第 1 電極がトランジスタ $T 1$ のソースと接続され且つ第 2 電極が第 1 のセルプレート線 $C P 1$ と接続された強誘電体

キャパシタC 1 からなる第 1 のメモリセル 1 1 と、ゲートが第 2 のワード線WL 2 と接続され且つドレインが第 2 のビット線BL 2 と接続されたトランジスタT 2 及び第 1 電極がトランジスタT 2 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 2 のセルプレート線CP 2 と接続された強誘電体キャパシタC 2 からなる第 2 のメモリセル 1 2 と、ゲートが第 1 のワード線WL 1 と接続され且つドレインが第 3 のビット線BL 3 と接続されたトランジスタT 3 及び第 1 電極がトランジスタT 3 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 1 のセルプレート線CP 1 と接続された強誘電体キャパシタC 3 からなる第 3 のメモリセル 1 3 と、ゲートが第 2 のワード線WL 2 と接続され且つドレインが第 4 のビット線BL 4 と接続されたトランジスタT 4 及び第 1 電極がトランジスタT 4 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 2 のセルプレート線CP 2 と接続された強誘電体キャパシタC 4 からなる第 4 のメモリセル 1 4 とを備えている。

【 0 0 6 9 】

また、基準電位（リファレンスレベル）生成用のデータを保持するメモリセルとして、ゲートが第 1 のリファレンスワード線RWL 1 と接続され且つドレインが第 1 のビット線BL 1 と接続されたトランジスタT 5 及び第 1 電極がトランジスタT 5 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 1 のリファレンスセルプレート線RCP 1 と接続された強誘電体キャパシタC 5 からなる第 1 のリファレンスセル 1 5 と、ゲートが第 2 のリファレンスワード線RWL 2 と接続され且つドレインが第 2 のビット線BL 2 と接続されたトランジスタT 6 及び第 1 電極がトランジスタT 6 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 2 のリファレンスセルプレート線RCP 2 と接続された強誘電体キャパシタC 6 からなる第 2 のリファレンスセル 1 6 と、ゲートが第 1 のリファレンスワード線RWL 1 と接続され且つドレインが第 3 のビット線BL 3 と接続されたトランジスタT 7 及び第 1 電極がトランジスタT 7 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 1 のリファレンスセルプレート線RCP 1 と接続された強誘電体キャパシタC 7 からなる第 3 のリファレンスセル 1 7 と、ゲートが第 2 のリファレンスワード線RWL 2 と接続され且つドレインが第 4 のビット線BL 4 と接続されたトランジスタT 8 及び第 1 電極がトランジスタT 8 のソースと接続され且つ第 2 電極が第 2 のリファレンスセルプレート線

R C P 2 と接続された強誘電体キャパシタ C 8 からなる第 4 のリファレンスセル 1 8 とを備えている。

【 0 0 7 0 】

第 1 のリファレンスセル 1 5、第 2 のリファレンスセル 1 6、第 3 のリファレンスセル 1 7 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 には、それぞれに所定のデータを書き込むための回路として、それぞれが、ドレインが強誘電体キャパシタ C 5 ～ C 8 の第 1 電極と接続されたトランジスタ T 9 ～ T 1 2 からなる第 1 のリセット回路 1 9、第 2 のリセット回路 2 0、第 3 のリセット回路 2 1 及び第 4 のリセット回路 2 2 が設けられている。

【 0 0 7 1 】

また、第 1 のビット線 B L 1 及び第 3 のビット線 B L 3 はトランジスタ T 1 3 からなる第 1 のスイッチ回路 2 3 を介して互いに接続され、第 2 のビット線 B L 2 及び第 4 のビット線 B L 4 はトランジスタ T 1 4 からなる第 2 のスイッチ回路 2 4 を介して互いに接続されている。

【 0 0 7 2 】

第 1 のビット線 B L 1 及び第 2 のビット線 B L 2 は、2 つのトランジスタ T 1 5、T 1 6 からなる第 1 のプリチャージ回路 2 5 と接続されると共に、第 1 のセンスアンプ 2 6 にビット線対として接続されている。同様に、第 3 のビット線 B L 3 及び第 4 のビット線 B L 4 は、2 つのトランジスタ T 1 7、T 1 8 からなる第 2 のプリチャージ回路 2 7 と接続されると共に、第 2 のセンスアンプ 2 8 にビット線対として接続されている。

【 0 0 7 3 】

また、前述の各回路を制御するための制御回路 2 9 が設けられている。

【 0 0 7 4 】

具体的に、制御回路 2 9 は、第 1 のワード線 W L 1、第 1 のセルプレート線 C P 1、第 2 のワード線 W L 2、第 2 のセルプレート線 C P 2、第 1 のリファレンスワード線 R W L 1、第 1 のリファレンスセルプレート線 R C P 1、第 2 のリファレンスワード線 R W L 2 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を駆動し、各メモリセル及び各リファレンスセルに保持されたデータのビット線への

出力を制御する。

【 0 0 7 5 】

また、制御回路 2 9 は、第 1 のリセット制御信号 R P G 1 をトランジスタ T 9、T 1 1 のゲートに入力して第 1 のリセット回路 1 9 及び第 3 のリセット回路 2 1 を駆動すると共に、第 2 のリセット制御信号 R P G 2 をトランジスタ T 1 0、T 1 2 のゲートに入力して第 2 のリセット回路 2 0 及び第 4 のリセット回路 2 2 を駆動し、各リファレンスセルへのデータの再書き込みを制御する。

【 0 0 7 6 】

ここで、第 1 のリセット回路 1 9 及び第 4 のリセット回路 2 2 ではトランジスタ T 9、T 1 2 のソースにリセットデータ信号 R P D が供給され、第 2 のリセット回路 2 0 及び第 3 のリセット回路 2 1 ではトランジスタ T 1 0、T 1 1 のソースに接地電圧 V ss が供給されるため、第 1 のリセット回路 1 9 及び第 4 のリセット回路 2 2 と第 2 のリセット回路 2 0 及び第 3 のリセット回路 2 1 とには異なるデータが書き込まれる。

【 0 0 7 7 】

さらに、制御回路 2 9 は、トランジスタ T 1 3 のゲートに第 1 のスイッチ制御信号 R E Q 1 を入力して第 1 のスイッチ回路 2 3 を駆動することにより第 1 のビット線 B L 1 と第 3 のビット線 B L 3 とを導通し、また、トランジスタ T 1 4 のゲートに第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 を入力して第 2 のスイッチ回路 2 4 を駆動することにより第 2 のビット線 B L 2 と第 4 のビット線 B L 4 との間を導通する。

【 0 0 7 8 】

また、制御回路 2 9 は、プリチャージ信号 B P をトランジスタ T 1 5 ~ T 1 8 のゲートに入力して第 1 のプリチャージ回路 2 5 及び第 2 のプリチャージ回路 2 7 を制御し、第 1 のビット線 B L 1 ~ 第 4 のビット線 B L 4 を接地電位 V ss にプリチャージする。

【 0 0 7 9 】

さらに、制御回路 2 9 は、センスアンプ起動信号 S A E を活性化することにより、第 1 のセンスアンプ 2 6 を駆動して第 1 のビット線 B L 1 及び第 2 のビット

線 B L 2 からなるビット線対の電位差を増幅すると共に、第 2 のセンスアンプ 2 8 を駆動して第 3 のビット線 B L 3 及び第 4 のビット線 B L 4 からなるビット線対の電位差を増幅する。

【 0 0 8 0 】

以上のような構成において、第 1 のメモリセル 1 1 及び第 3 のメモリセル 1 3 の読み出しの際には、第 1 のスイッチ回路 2 3 を用いて第 2 のビット線 B L 2 と第 4 のビット線 B L 4 とをイコライズすることにより、第 2 のリファレンスセル 1 6 が保持するデータと第 4 のリファレンスセル 1 8 が保持するデータとの中間の電位が基準電位として第 2 のビット線 B L 2 及び第 4 のビット線 B L 4 に出力される。

【 0 0 8 1 】

また、第 2 のメモリセル 1 2 及び第 4 のメモリセル 1 4 の読み出しの際には、第 2 のスイッチ回路 2 4 を用いて第 1 のビット線 B L 1 と第 3 のビット線 B L 3 とをイコライズすることにより、第 1 のリファレンスセル 1 5 が保持するデータと第 3 のリファレンスセル 1 7 が保持するデータとの中間の電位が基準電位として第 1 のビット線 B L 1 及び第 3 のビット線 B L 3 に出力される。

【 0 0 8 2 】

図 1 に示す本実施形態の強誘電体記憶装置において、各ビット線 B L 1 ～ B L 4 はワード線が延びる方向にそれぞれが複数形成されており、各メモリセルは各ビット線が延びる方向にそれぞれが複数形成されている。

【 0 0 8 3 】

ここで、第 1 のビット線 B L 1 及び第 2 のビット線 B L 2 からなるビット線対と、第 3 のビット線 B L 3 及び第 4 のビット線 B L 4 対からなるビット線対とにおいて、それぞれに形成された各回路の構成は、リセットデータ信号 R P D を受けるリセット回路と接地電位 V s s を受けるリセット回路との位置関係が隣接するビット線同士で入れ替わっている点を除いて同じである。これにより、隣接するビット線同士においてスイッチ回路により接続された 2 つのビット線に形成されたリファレンスセル同士で異なるデータを保持するように構成されている。

【 0 0 8 4 】

なお、図 1 に示す本実施形態の強誘電体記憶装置において、第 1 のビット線 B L 1 及び第 2 のビット線 B L 2 からなるビット線対又は第 3 のビット線 B L 3 及び第 4 のビット線 B L 4 からなるビット線対は、両方のビット線にメモリセルとリファレンスセルとが形成されている必要はなく、メモリセルのデータを読み出すビット線と異なるビット線にリファレンスセルが形成されていればよい。

【 0 0 8 5 】

例えば、第 1 のビット線 B L 1 及び第 2 のビット線 B L 2 からなるビット線対において、第 2 のメモリセル 1 4 と第 1 のリファレンスセル 1 5 とが省略されていてもよく、この場合、第 2 のスイッチ回路 2 4 を用いることにより、第 2 のリファレンスセル 1 6 と、隣接するビット線対のリファレンスセルである第 4 のリファレンスセル 1 8 とをイコライズして基準電位を第 2 のビット線 B L 2 に出力することができる。

【 0 0 8 6 】

また、図 1 に示す本実施形態の強誘電体記憶装置において、第 1 のリファレンスセル 1 5 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 には、それぞれ第 1 のリセット回路 1 9 及び第 4 のリセット回路 2 2 を介して接地電位 V_{ss} と接続され、第 2 のリファレンスセル 1 6 及び第 3 のリファレンスセル 1 7 にはそれぞれ第 2 のリセット回路 2 0 及び第 3 のリセット回路 2 1 を介してリセットデータ信号 R P D と接続されているが、このような構成に限らず、スイッチ回路により接続された 2 つのビット線に形成されたリファレンスセル同士に異なるデータが書き込まれるように構成されていればよい。

【 0 0 8 7 】

以下、第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作について図面を参照しながら説明する。以下の説明では、一例として、制御回路 2 9 が生成する各信号は、論理電圧 “H” レベルに正の電源電圧 V_{cc} を使い、論理電圧 “L” レベルに 0 V の接地電圧 V_{ss} を使い、また各メモリセル及び各リファレンスセルは、それぞれの強誘電体キャパシタ C 1 ～ C 8 が第 1 電極が正極となる残留分極を有する場合に “1” データを保持し、第 2 電極が正極となる残留分極を有する場合に “0” データを保持する構成として説明する。

【 0 0 8 8 】

ここでは、第 1 のメモリセル 1 1 及び第 3 のメモリセル 1 3 にはそれぞれ “ 1 ” データ及び “ 0 ” データが保持されているとし、また第 2 のリファレンスセル 1 6 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 にはそれぞれ “ 1 ” データ及び “ 0 ” データがあらかじめ書き込まれている場合について、第 1 のメモリセル 1 1 及び第 3 のメモリセル 1 3 の読み出し動作を説明する。

【 0 0 8 9 】

図 2 は第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置における読み出し動作の動作タイミングを示している。図 2 に示すように、本実施形態の強誘電体記憶装置の読み出し動作は、まず、初期状態として、ビット線プリチャージ信号 B P を活性状態（論理電圧 “ H ” レベル）とすることにより、第 1 のプリチャージ回路 2 5 及び第 2 のプリチャージ回路 2 7 を駆動して各ビット線（すなわち、第 1 のビット線 B L 1、第 2 のビット線 B L 2、第 3 のビット線 B L 3 及び第 4 のビット線 B L 4）を接地電圧 V ss にプリチャージする。

【 0 0 9 0 】

このとき、第 1 のワード線 W L 1、第 1 のセルプレート線 C P 1、第 2 のリファレンスワード線 R W L 2、第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2、第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2、第 2 のリセット制御信号 R P G 2、リセットデータ信号 R P D 及びセンスアンプ起動信号 S A E は非活性状態（論理電圧 “ L ” レベル）である。

【 0 0 9 1 】

なお、図示はしていないが、第 1 のメモリセル 1 1 及び第 3 のメモリセル 1 3 の読み出し動作の期間中は、第 2 のメモリセル 1 2 及び第 4 のメモリセル 1 4 の読み出しを行わず、従って第 2 のワード線 W L 2、第 2 のセルプレート線 C P 2、第 1 のリファレンスワード線 R W L 1、第 1 のリファレンスセルプレート線 R C P 1、第 1 のスイッチ制御信号 R E Q 1 及び第 1 のリセット制御信号 R P G 1 は非活性状態に維持される。

【 0 0 9 2 】

次に、時刻 t 1 のタイミングにおいて、ビット線プリチャージ信号 B P を非活

性化することにより、各ビット線B L 1～B L 4をすべてフローティング状態にする。

【0093】

次に、時刻t 2のタイミングにおいて、第2のスイッチ制御信号R E Q 2、第1のワード線W L 1、第1のセルプレート線C P 1、第2のリファレンスワード線R W L 2及び第2のリファレンスセルプレート線R C P 2を活性化する。

【0094】

これにより、トランジスタT 1，T 3がオンされると共に強誘電体キャパシタC 1，C 3の第2電極に読み出し用の電圧として“H”レベルの電圧が印加され、第1のメモリセル1 1の“1”データに対応する電位が第1のビット線B L 1に出力され、また第3のメモリセル1 3の“0”データに対応する電位が第3のビット線B L 3に出力される。ここで、ビット線に出力される電位は、強誘電体キャパシタC 1，C 3の第2電極に印加された読み出し用の電圧が、ビット線容量と強誘電体キャパシタC 1，C 3の容量との間で容量分割されることによって決まる値となるため、メモリセルが保持するデータに応じた電位がビット線に生じる。

【0095】

同様に、トランジスタT 6，T 8がオンされると共に強誘電体キャパシタC 6，C 8の第2電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第2のリファレンスセル1 6及び第4のリファレンスセル1 8に保持された“1”データ及び“0”データがそれぞれ第2のビット線B L 2及び第4のビット線B L 4に出力される。

【0096】

このとき、第2のスイッチ制御信号R E Q 2の活性化により第2のスイッチ回路2 4が駆動して第2のビット線B L 2と第4のビット線B L 4とがイコライズされることにより、第2のビット線B L 2及び第4のビット線B L 4には、“1”データに対応する電位と“0”データに対応する電位との中間の電位が基準電位リファレンスレベルとして出力される。

【0097】

なお、図2において、第1のワード線W L 1及び第2のリファレンスワード線

RWL2は時刻 t_2 よりも前に活性化するように図示しているが、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2と同時に活性化されてもよい。

【0098】

次に、時刻 t_3 のタイミングにおいて、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を非活性化する。これにより、強誘電体キャパシタC1、C3及び強誘電体キャパシタC6、C8のそれぞれの第2電極への電圧の供給が停止され、第1のメモリセル11、第3のメモリセル13、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18から各ビット線BL1～BL4へのデータの出力を停止する。

【0099】

その後、時刻 t_4 のタイミングよりも前に、第2のリファレンスワード線RWL2及び第2のスイッチ制御信号REQ2を順次非活性化する。これにより、トランジスタT6、T8をオフ状態として第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18を第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4から切り離れた後、第2のスイッチ回路24を停止して第2のビット線BL2と第4のビット線BL4とを遮断する。

【0100】

次に、時刻 t_4 のタイミングにおいて、センスアンプ起動信号SAEを活性化して第1のセンスアンプ26及び第2のセンスアンプ28を駆動させる。これにより、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との電位差が、第1のビット線BL1が電源電圧Vccとなり且つ第2のビット線BL2が接地電圧Vssとなるまで増幅され、第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との電位差が、第3のビット線BL3が接地電圧Vssとなり且つ第4のビット線BL4が電源電圧Vccとなるまで増幅される。

【0101】

このとき、第1のワード線WL1は活性状態であるため、トランジスタT1、T3を介して強誘電体キャパシタC1、C3の第1電極にそれぞれ電源電圧Vcc及び接地電圧Vssが供給されるので、第1のメモリセル11及び第3のメモリセ

ル13に対する再書き込みが行われる。

【0102】

ここで、第1のセンスアンプ26及び第2のセンスアンプ28の駆動中には、第2のリファレンスセル16が接続された第2のビット線BL2と第4のリファレンスセル18が接続された第4のビット線BL4とが切り離された状態であるため、異なるデータを保持するリファレンスセルが接続されたビット線同士をイコライズしながらセンスアンプを駆動する従来の強誘電体記憶装置と比べて、消費電流量を抑制することができる。

【0103】

続いて、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次活性化することにより、第2のリセット回路20及び第4のリセット回路22を用いて第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18への再書き込みを行う。このとき、第2のリファレンスセル16においては、強誘電体キャパシタC6の第1電極に接地電圧Vssが供給されているため“0”データが書き込まれ、また第4のリファレンスセル18においては、強誘電体キャパシタC8の第1電極にリセットデータ信号RPDとして“H”レベルの電圧が供給されることため“1”データが書き込まれる。

【0104】

次に、時刻t5のタイミングにおいて、センスアンプ起動信号SAEを非活性化して第1のセンスアンプ26及び第2のセンスアンプ28を停止した後、第2のリファレンスセルプレート線RCP2を活性化する。これにより、第4のリファレンスセル18の強誘電体キャパシタC8に印加される電圧は、第1電極にはリセットデータ信号RPDから“H”レベルの電圧が供給され、且つ第2電極には第2のリファレンスセルプレート線RCP2から“H”レベルの電圧が供給されるため0Vとなる。

【0105】

その後、ビット線プリチャージ信号BPを活性化すると共に、第2のリファレンスセルプレート線RCP2、第1のワード線WL1、リセットデータ信号RPD、第2のリセット制御信号RPG2を順次非活性化して初期状態と同じ状態に

戻し、読み出し動作が完了する。

【0106】

なお、ここでは第1のメモリセル11及び第3のメモリセル13に対する読み出しについて説明したが、第2のメモリセル12及び第4のメモリセル14を読み出す場合には、第1のリファレンスセル15及び第3のリファレンスセル17にそれぞれに保持された“0”及び“1”のデータが第1のビット線BL1及び第3のビット線BL3にそれぞれ読み出され、第1のスイッチ回路23を駆動することにより、第1のビット線BL1及び第3のビット線BL3に基準電位を与えて同様の読み出し動作を行うが可能である。

【0107】

以下、第1の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動について図面を参照しながら説明する。

【0108】

図3は第1の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動を説明し、強誘電体キャパシタに用いられる強誘電体のヒステリシス特性を示すグラフである。図3において、横軸は、強誘電体キャパシタに印加される電圧を表し、縦軸は強誘電体キャパシタの分極電荷量を表している。また、図3において、強誘電体キャパシタC1～C8の第1電極側が正極となる場合を正の分極電荷量として表している。

【0109】

図3に示すように、強誘電体キャパシタは、電源電圧Vccを正方向に印加された場合には点Aの位置に相当する分極電荷量を有しており、この状態から負の方向に電圧を変化する場合には、曲線31の上を負の方向に移動した点の分極電荷量となる。逆に、電源電圧Vccを負方向に印加された場合には点Bの位置に相当する分極電荷量を有しており、この状態から正の方向に電圧を変化する場合には曲線32の上を正の方向に移動した点の分極電荷量となる。

【0110】

ここでは、図2に示す読み出し動作のタイミングに従って図3を用いて各強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動を説明する。

【0111】

ただし、図2に示す“L”レベルは接地電位 V_{ss} (0 V) であり、また“H”レベルは電源電圧 V_{cc} (> 0 V) であるとする。

【0112】

まず、図2に示す時刻 t_1 のタイミングでは、各メモセル及び各リファレンスセルの強誘電体キャパシタ $C_1 \sim C_8$ には電圧が印加されていない。このため、“1”データを保持する第1のメモセル11及び第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_6 の分極電荷量は点Cの位置にあり、また“0”データを保持する第3のメモセル13及び第4のリファレンスセル18では、強誘電体キャパシタ C_3 、 C_8 の分極電荷量は点Dの位置にある。

【0113】

次に、図2に示す時刻 t_2 のタイミングでは、トランジスタ T_1 、 T_3 がオンされ且つ第1のセルプレート線 CP_1 に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 において第1電極には接地電圧 V_{ss} が、第2電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。

【0114】

このとき、第1のメモセル11では、強誘電体キャパシタ C_1 の分極電荷量が点Cから点Eまで曲線31の上を移動する。なお、点Eの位置は、強誘電体キャパシタ C_1 に印加された電圧 V_{cc} が、第1のビット線 BL_1 の容量と強誘電体キャパシタ C_1 の容量との間で容量分割されることにより決まる点であり、具体的には点Cを電圧軸に沿って負の方向に電源電圧 V_{cc} 分だけ移動した点として点Fを定め、点Fから第1のビット線 BL_1 の容量負荷線33aを引くことにより、曲線31と容量負荷線33aとの交点として点Eが定められる。

【0115】

また、第3のメモセル13では、強誘電体キャパシタ C_3 の分極電荷量が点Dから負の方向に曲線32の上を移動し、点Dを負の方向に電圧 V_{cc} 分だけ電圧軸に沿って移動した点である点Gから第3のビット線 BL_3 の容量負荷線33bと曲線32との交点である点Hの位置に移動する。ここで、第3のビット線 BL_3 の容量は第1のビット線 BL_1 と同じであるため、第3のビット線 BL_3 の容

量負荷線 3 3 b は、第 1 のビット線 B L 1 の容量負荷線 3 3 a と同じ傾きである。

【 0 1 1 6 】

このとき、同様にして、トランジスタ T 6, T 8 がオンされ且つ第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 に “H” レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C 6, C 8 において第 1 電極には接地電圧 V_{ss} が、第 2 電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。これにより、強誘電体キャパシタ C 1, C 3, C 6, C 8 は 0 V の状態から負の電圧 ($-V_{cc}$) が印加された状態に変化する。第 2 のリファレンスセル 1 6 では強誘電体キャパシタ C 6 の分極電荷量が点 C から点 I の位置に、第 4 のリファレンスセル 1 8 では強誘電体キャパシタ C 8 の分極電荷量が点 D から点 J の位置にそれぞれ移動する。ここで、点 I の位置は第 2 のビット線 B L 2 の容量負荷線 3 4 a と曲線 3 1 との交点であり、容量負荷線 3 4 a は、第 2 のビット線 B L 2 と第 4 のビット線 B L 4 がイコライズされて容量値が増大するため、容量負荷線 3 3 a, 3 3 b よりも傾きが大きくなる。

【 0 1 1 7 】

ここで、図 2 に示す t 2 の工程により、第 1 のビット線 B L 1 には電荷 Q 3 が読み出されて点 E に対応する “1” データの電位となり、第 2 のビット線 B L 2 及び第 4 のビット線 B L 4 には電荷 Q 2 が読み出されて点 I 及び点 J に対応する基準電位となり、第 3 のビット線 B L 3 には電荷 Q 1 が読み出されて点 H に対応する “0” データの電位となる。これにより、第 1 のビット線 B L 1 と第 2 のビット線 B L 2 との間には電位差 V_1 が生じ、第 3 のビット線 B L 3 と第 4 のビット線 B L 4 との間には電位差 V_2 が生じる。

【 0 1 1 8 】

次に、図 2 に示す時刻 t 3 のタイミングでは、第 1 のセルプレート線 C P 1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 が非活性化されるため、第 1 のメモリセル 1 1、第 3 のメモリセル 1 3、第 2 のリファレンスセル 1 6 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 において、それぞれの強誘電体キャパシタに印加される電圧は負の電圧 ($-V_{cc}$) から 0 V に変化する。

【 0 1 1 9 】

これにより、第 1 のメモリセル 1 1 では、強誘電体キャパシタ C 1 の分極電荷量が点 E から点 K の位置まで曲線 3 5 の上を移動する。ここで、点 K の位置は、電圧軸に沿って点 E を正の方向に電圧 V_{cc} 分だけ移動した点である点 L から第 1 のビット線 B L 1 の容量負荷線 3 3 c を引き、曲線 3 5 と容量負荷線 3 3 c との交点として定められる。また、第 3 のメモリセル 1 3 では、強誘電体キャパシタ C 3 の分極電荷量は点 H から点 D の位置まで曲線 3 2 の上を移動する。

【 0 1 2 0 】

同様に、第 2 のリファレンスセル 1 6 では、強誘電体キャパシタ C 6 の分極電荷量が点 I から点 M の位置まで曲線 3 6 の上を移動する。ここで、点 M の位置は、電圧軸に沿って点 I を正の方向に電圧 V_{cc} 分だけ移動した点である点 N から第 2 のビット線 B L 2 の容量負荷線 3 4 b を引き、曲線 3 6 と容量負荷線 3 4 b との交点として定められる。また、第 4 のリファレンスセル 1 8 では強誘電体キャパシタ C 8 の分極電荷量が点 H の位置から点 P の位置まで曲線 3 2 の上を移動する。

【 0 1 2 1 】

このとき、第 1 のビット線 B L 1 と第 2 のビット線 B L 2 との間には点 P と点 D の電位差に相当する電位差 V_3 が、また第 3 のビット線 B L 3 と第 4 のビット線 B L 4 との間には点 P と点 N の電位差に相当する電位差 V_4 が生じる。

【 0 1 2 2 】

次に、図 2 に示す時刻 t_4 のタイミングでは、第 1 のセンスアンプ 2 6 により電位差 V_4 が増幅されて第 1 のビット線 B L 1 が電源電圧 V_{cc} 、第 2 のビット線 B L 2 が接地電位 V_{ss} となるため、第 1 のメモリセル 1 1 では、強誘電体キャパシタ C 1 の第 1 電極には V_{cc} が印加された状態となる。従って強誘電体キャパシタ C 1 の分極電荷量が点 K から点 A まで曲線 3 5 の上を移動する。また、第 2 のリファレンスセル 1 6 では、強誘電体キャパシタ C 6 が第 2 のビット線 B L 2 と切り離されているため、分極電荷量は点 M の位置から移動しない。

【 0 1 2 3 】

同様に、第 2 のセンスアンプ 2 8 により電位差 V_3 が増幅されて第 3 のビット

線 B L 3 が接地電圧 V_{ss} に、第 4 のビット線 B L 4 が電源電圧 V_{cc} になるため、第 3 のメモリセル 1 3 では強誘電体キャパシタ C 3 は 0 V のまま変化しないので分極電荷量は点 D の位置から移動せず、また、第 4 のリファレンスセル 1 8 では強誘電体キャパシタ C 8 は第 4 のビット線 B L 4 と切り離されているため、分極電荷量は点 P の位置から移動しない。

【 0 1 2 4 】

続いて、リセットデータ信号 R P D 及び第 2 のリセット制御信号 R P G 2 を順次活性化することにより、第 2 のリファレンスセル 1 6 の強誘電体キャパシタ C 6 は、第 1 電極にリセットデータ信号 R P D から電源電圧 V_{cc} が印加されるため、0 V の状態から正電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量が点 M から点 A まで曲線 3 5 の上を移動する。また、第 4 のリファレンスセル 1 8 の強誘電体キャパシタ C 8 は、第 1 電極に接地電圧 V_{ss} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C 8 は 0 V の状態のままであるので分極電荷量は点 P のまま移動しない。

【 0 1 2 5 】

次に、図 2 に示す時刻 t_5 のタイミングよりも後に、第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を活性化することにより、第 2 のリファレンスセル 1 6 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 の強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 2 電極に電源電圧 V_{cc} が印加される。これにより、強誘電体キャパシタ C 6 は正電圧が印加された状態から 0 V の状態に変化するので分極電荷量は点 A から点 C まで曲線 3 1 の上を移動し、強誘電体キャパシタ C 8 は 0 V の状態から負電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量は点 P から点 B まで曲線 3 7 の上を移動する。

【 0 1 2 6 】

その後、リセットデータ信号 R P D 及び第 2 のリセット制御信号 R P G 2 を順次非活性化することにより強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 1 電極が 0 V となり、また、第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を非活性化することにより、強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 2 電極が 0 V となる。これにより、第 2 のリファレンスセル 1 6 では、強誘電体キャパシタ C 6 が 0 V の状態から変化しないため点 C のままであり、第 4 のリファレンスセル 1 8 では強誘電体キャパシタ C 8 が負電圧が印加された状態から 0 V の状態に変化するため、分極電荷量は

点Bから点Dまで曲線32の上を移動する。

【0127】

また、ビット線プリチャージ信号BPの活性化と第1のワード線WL1の非活性化により、第1のメモリセル11の強誘電体キャパシタC1は、第1のビット線BL1から第1電極へ電圧の供給がなくなるため0Vの状態となり、強誘電体キャパシタC1では分極電荷量が点Aから点Cまで曲線31の上を移動する。このとき、第3のメモリセル13の強誘電体キャパシタC3は0Vの状態から変化しないため点Cから移動しない。

【0128】

このように、各メモリセルの読み出し動作において、“1”データを保持する第1のメモリセル11では強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Cから点E、点K、点A、点Cの順に移動し、“0”データを保持する第3のメモリセル13では強誘電体キャパシタC3の分極電荷量が点Dから点H、点B、点Dの順に移動する。また、各リファレンスセルの読み出し動作において、“1”データを保持する第2のリファレンスセル16では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Cから点I、点M、点A、点Cの順に移動し、“0”データを保持する第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Dから点J、点P、点B、点Dの順に移動する。

【0129】

このとき、リファレンスセルの読み出し動作における分極反転量は、“0”データを保持する強誘電体キャパシタC6、C8の分極反転量は図2に示す点Cと点Iとの間の電荷量Q_{SW1}となり、従来の強誘電体キャパシタの分極反転量Q_{SW}よりも小さくなる。

【0130】

なお、ここでは第1のメモリセル11に“1”データが保持され、第3のメモリセルに13“0”データが保持されている場合について説明したが、各メモリセルにおいて異なるデータが保持されている場合には、それぞれに保持されたデータに応じてそれぞれのキャパシタC1～C4の分極電荷量が移動する。

【0131】

また、ここでは第 1 のメモリセル 1 1 及び第 3 のメモリセルに 1 3 を読み出す場合について説明したが、第 2 のメモリセル 1 2 及び第 4 のメモリセル 1 4 を読み出す場合には、第 1 のリファレンスセル及び第 3 のリファレンスセルを用いて基準電位を生成し、このとき、それぞれのキャパシタ C 2, C 4, C 5, C 7 の分極電荷量は、それぞれが保持するデータに応じて移動する。

【 0 1 3 2 】

さらに、第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 を第 2 のリファレンスワード線 R W L 2 を活性化するよりも前に非活性化することにより、第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 の非活性化時に生じるノイズが強誘電体キャパシタ C 6, C 8 に伝達されないため、強誘電体キャパシタの分極電荷量が第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 の非活性化に伴うノイズによって移動することがない。特に、ビット線容量が大きい場合には第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 の非活性化に伴うノイズがビット線の電位に与える影響が少ないため、確実な読み出し動作が可能となる。

【 0 1 3 3 】

以上説明したように、第 1 の実施形態の強誘電体記憶装置によると、強誘電体キャパシタ C 5 ~ C 8 の分極反転量を小さくできるため、読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタ C 5 ~ C 8 へのストレスを低減することができ、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することが可能である。

【 0 1 3 4 】

(第 1 の実施形態の一変形例)

以下、第 1 の実施形態の一変形例に係る強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【 0 1 3 5 】

なお、本実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成と同一であり、制御回路 2 9 による読み出し動作の制御が第 1 実施形態と異なっている。ここでは本実施形態の読み出し動作について、第 1 の実施形態との差異を説明する。

【 0 1 3 6 】

図 4 は第 1 の実施形態の一変形例に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作にお

ける動作タイミングを示している。図4に示すように、初期状態から、時刻 t_1 においてビット線プリチャージ信号BPを非活性化するまでの動作は、図2に示す第1の実施形態の読み出し動作の時刻 t_1 までと同様である。

【0137】

次に、時刻 t_2 よりも前にスイッチ制御信号REQ2を活性化する。これにより、第2のスイッチ回路24が駆動して第2のビット線BL2と第4のビット線BL4とがイコライズされる。

【0138】

次に、時刻 t_2 において、第1のワード線WL1、第1のセルプレート線CP1、第2のリファレンスワード線RWL2及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を活性化する。

【0139】

これにより、トランジスタT1、T3がオンされると共に強誘電体キャパシタC1、C3の第2電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第1のメモリセル11及び第3のメモリセル13に保持されたデータがそれぞれ第1のビット線BL1及び第3のビット線BL3に出力される。

【0140】

また、トランジスタT6、T8がオンされると共に強誘電体キャパシタC6、C8の第2電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18に保持された“1”データ及び“0”データがそれぞれ第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4に出力される。

【0141】

このとき、第2のビット線BL2と第4のビット線BL4とがあらかじめイコライズされているため、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4の電位がリファレンスレベルに達するまでの時間を短縮することができる。

【0142】

なお、図4において、第1のワード線WL1及び第2のリファレンスワード線RWL2は、第2のスイッチ制御信号REQ2の活性化よりも後で且つ時刻 t_2 よりも前に活性化するように図示しているが、第1のセルプレート線CP1及び

第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 と同時に活性化されてもよく、また第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 と同時に活性化されてもよい。

【 0 1 4 3 】

その後、時刻 t_3 のタイミングにおいて第 1 のセルプレート線 C P 1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を非活性化する以降の工程は、図 2 に示す第 1 の実施形態の読み出し動作の時刻 t_3 以降と同様であるため説明を省略する。

【 0 1 4 4 】

前述の読み出し動作に伴う各強誘電体の電荷の変動は、第 1 の実施形態と同様であり、従って、リファレンスセルの読み出し動作における分極反転量は従来の強誘電体記憶装置よりも小さくされている。

【 0 1 4 5 】

本変形例の強誘電体記憶装置によると、第 1 の実施形態と同様の効果を得られるのに加えて、第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 を活性化した後に、第 1 のセルプレート線 C P 1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を所定の期間活性状態にするため、第 2 のスイッチ制御信号 R E Q 2 の活性化によりイコライズ期間を確保しながら、第 1 のセルプレート線 C P 1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 の活性化するので、第 2 のビット線 B L 2 及び第 4 のビット線 B L 4 の電位がリファレンスレベルに達するまでの時間を短縮することができ、より高速度な読み出し動作が可能となる。

【 0 1 4 6 】

(第 2 の実施形態)

以下、第 2 の実施形態に係る強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【 0 1 4 7 】

なお、本実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成と同一であり、制御回路 2 9 による読み出し動作の制御が第 1 実施形態と異なっている。ここでは本実施形態の読み出し動作について、第 1 の実施形態との差異を説明する。

【 0 1 4 8 】

図 5 は第 2 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示している。図 5 に示すように、初期状態から、時刻 t_3 において第 1 のセルプレート線 CP_1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 RCP_2 を非活性化するまでの動作は、図 2 に示す第 1 の実施形態の読み出し動作の時刻 t_3 までと同様である。

【 0 1 4 9 】

次に、時刻 t_4 よりも前に、第 2 のスイッチ制御信号 REQ_2 及び第 2 のリファレンスワード線 RWL_2 を順次非活性化する。これにより、第 2 のスイッチ回路 24 を停止して第 2 のビット線 BL_2 と第 4 のビット線 BL_4 とを切り離した後、トランジスタ T_6 、 T_8 がオフされて第 2 のリファレンスセル 16 及び第 4 のリファレンスセル 18 と第 2 のビット線 BL_2 及び第 4 のビット線 BL_4 とを切り離す。

【 0 1 5 0 】

このとき、第 2 のビット線 BL_2 及び第 4 のビット線 BL_4 に強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 の容量が付加された状態でイコライズが停止されるため、特にビット線容量が小さい場合には、第 2 のスイッチ制御信号 REQ_2 の非活性化によってビット線に生じるノイズが低減される。

【 0 1 5 1 】

その後、時刻 t_4 のタイミングにおいてセンスアンプ起動信号 SAE を活性化する以降の工程は、図 2 に示す第 1 の実施形態の読み出し動作の時刻 t_4 以降と同様であるため説明を省略する。

【 0 1 5 2 】

ここで、第 2 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動は、第 1 の実施形態と同様に、“1”データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が図 3 における点 C から点 E、点 K、点 A、点 C の順に移動し、“0”データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 D から点 H、点 B、点 D の順に移動する。また、各リファレンスセルの読み出し動作においては、“1”データを保持す

るリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が図3における点Cから点I、点M、点A、点Cの順に移動し、“0”データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点Dから点J、点P、点B、点Dの順に移動する。

【0153】

このように、第2の実施形態の強誘電体記憶装置によると、第1の実施形態と同様に分極反転量を小さくすることができ、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することが可能である。

【0154】

さらに、第2のスイッチ制御信号REQ2を非活性化した後に第2のリファレンスワード線RWL2を非活性化することにより、ビット線容量が小さい場合には、第2のスイッチ制御信号REQ2の非活性化に伴うノイズがビット線に与える影響は小さくなるため、信頼性の高い読み出し動作が可能となる。

【0155】

なお、本実施形態においても、第1の実施形態の一変形例と同様に、第2のスイッチ制御信号REQ2を時刻t2のタイミングよりも前に活性化することにより、第2のスイッチ制御信号REQ2の活性化と第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2の活性化期間を並行して高速動作を行うことが可能である。

【0156】

(第3の実施形態)

以下、第3の実施形態に係る強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【0157】

なお、本実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成は、図1に示す第1の実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成と同一であり、制御回路29による読み出し動作の制御が第1実施形態と異なっている。ここでは本実施形態の読み出し動作について、第1の実施形態との差異を説明する。

【0158】

図 6 は第 3 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示している。

【 0 1 5 9 】

図 6 に示すように、初期状態から、時刻 t_2 において第 1 のセルプレート線 CP_1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 RCP_2 を活性化するまでの動作は、図 2 に示す第 1 の実施形態の読み出し動作の時刻 t_2 までと同様である。これにより、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 及び強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 のそれぞれの第 2 電極へ “H” レベルの電圧が印加され、第 1 のメモリセル 11、第 3 のメモリセル 13、第 2 のリファレンスセル 16 及び第 4 のリファレンスセル 18 から各ビット線へのデータの出力が開始される。

【 0 1 6 0 】

次に、時刻 t_3 よりも前に、第 2 のリファレンスワード線 RWL_2 及び第 2 のスイッチ制御信号 REQ_2 を順次非活性化する。これにより、第 2 のスイッチ回路 24 を停止して第 2 のビット線 BL_2 と第 4 のビット線 BL_4 とを切り離した後、トランジスタ T_6 、 T_8 がオフされて第 2 のリファレンスセル 16 及び第 4 のリファレンスセル 18 と第 2 のビット線 BL_2 及び第 4 のビット線 BL_4 とを切り離す。

【 0 1 6 1 】

次に、時刻 t_3 のタイミングにおいてセンスアンプ起動信号 SAE を活性化して第 1 のセンスアンプ 26 及び第 2 のセンスアンプ 28 を駆動させる。これにより、第 1 のビット線 BL_1 と第 2 のビット線 BL_2 との電位差が、第 1 のビット線 BL_1 が電源電圧 V_{cc} となり且つ第 2 のビット線 BL_2 が接地電圧 V_{ss} となるまで増幅され、第 3 のビット線 BL_3 と第 4 のビット線 BL_4 との電位差が、第 3 のビット線 BL_3 が接地電圧 V_{ss} となり且つ第 4 のビット線 BL_4 が電源電圧 V_{cc} となるまで増幅される。

【 0 1 6 2 】

次に、時刻 t_4 のタイミングにおいて、第 1 のセルプレート線 CP_1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 RCP_2 を非活性化する。これにより、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 及び強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 のそれぞれの第 2 電極

への電圧の供給が停止され、第 1 のメモリセル 1 1、第 3 のメモリセル 1 3、第 2 のリファレンスセル 1 6 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 から各ビット線へのデータの出力を停止する。

【 0 1 6 3 】

その後、時刻 t_5 においてセンスアンプ起動信号 S A E を非活性化する以降の工程は、図 2 に示す第 1 の実施形態の読み出し動作の時刻 t_5 以降と同様であるため説明を省略する。

【 0 1 6 4 】

以下、第 2 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動について図 3 を用いて説明する。ただし、図 6 に示す“L”レベルは接地電位 V_{ss} (0 V) であり、また“H”レベルは電源電圧 V_{cc} (> 0 V) であるとする。

【 0 1 6 5 】

まず、図 6 に示す時刻 t_1 のタイミングでは、各メモセル及び各リファレンスセルの強誘電体キャパシタ $C_1 \sim C_8$ には電圧が印加されていない。このため、“1”データを保持する第 1 のメモリセル 1 1 及び第 2 のリファレンスセル 1 6 では、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_6 の分極電荷量は点 C の位置にあり、また“0”データを保持する第 3 のメモリセル 1 3 及び第 4 のリファレンスセル 1 8 では、強誘電体キャパシタ C_3 、 C_8 の分極電荷量は点 D の位置にある。

【 0 1 6 6 】

次に、図 6 に示す時刻 t_2 のタイミングでは、トランジスタ T_1 、 T_3 がオンされ且つ第 1 のセルプレート線 CP_1 に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 において第 1 電極には接地電圧 V_{ss} が、第 2 電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。また、トランジスタ T_6 、 T_8 がオンされ且つ第 2 のリファレンスセルプレート線 RCP_2 に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 において第 1 電極には接地電圧 V_{ss} が、第 2 電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。これにより、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 、 C_6 、 C_8 は 0 V の状態から負の電圧 ($-V_{cc}$) が印加された状態に変化する。

【0167】

これにより、第1のメモリセル11では強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Cから点Eの位置まで曲線31の上を移動し、第3のメモリセル13では、強誘電体キャパシタC3の分極電荷量が点Dから点Hの位置まで曲線32の上を移動する。同様に、第2のリファレンスセル16では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Cから点Iの位置に、第4のリファレンスセルでは強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Dから点Jの位置にそれぞれ移動する。

【0168】

このとき、第1のビット線BL1には電荷Q3が読み出されて点Eに対応する“1”データの電位となり、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4には電荷Q2が読み出されて点I及び点Jに対応する基準電位となり、第3のビット線BL3には電荷Q1が読み出されて点Hに対応する“0”データの電位となる。これにより、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との間には電位差V1が生じ、第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との間には電位差V2が生じる。

【0169】

次に、図6に示す時刻t3のタイミングでは、第1のセンスアンプ26により電位差V2が増幅されて第1のビット線BL1が電源電圧Vcc、第2のビット線BL2が接地電位Vssとなる。これにより、第1のメモリセル11において強誘電体キャパシタC1の第1電極には第1のビット線から電源電圧Vccが印加され、第2電極には第1のセルプレート線から電源電圧Vccが印加された状態となり、従って強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Eから点Kまで曲線35の上を移動する。また、第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタC6が第2のビット線BL2から切り離されているため、分極電荷量は点Iの位置から移動しない。

【0170】

同様に、第2のセンスアンプ28により電位差V1が増幅されて第3のビット線BL3が接地電圧Vssに、第4のビット線BL4が電源電圧Vccになるため、第3のメモリセル13では強誘電体キャパシタC3は負の電圧(-Vcc)が印加

された状態から変化しないので分極電荷量は点Hの位置から移動せず、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8は第4のビット線BL4から切り離されているため、分極電荷量は点Jの位置から移動しない。

【0171】

次に、図6に示す時刻 t_4 のタイミングでは、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2が非活性化されるため、第1のメモリセル11、第3のメモリセル13、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18において、それぞれの強誘電体キャパシタC1、C3、C6、C8に印加された電圧は正の方向に変化する。

【0172】

これにより、第1のメモリセル11では強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Kから点Aの位置まで曲線35の上を移動し、第3のメモリセル13では強誘電体キャパシタC3の分極電荷量は点Hから点Dの位置まで曲線32の上を移動する。

【0173】

同様に、第2のリファレンスセル16では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Iから点Mの位置まで曲線36の上を移動し、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Jの位置から点Dの位置まで曲線32の上を移動する。

【0174】

続いて、図6に示す時刻 t_5 よりも後に、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次活性化することにより、第2のリファレンスセル16においては強誘電体キャパシタC6の第1電極にリセットデータ信号RPDから電源電圧Vccが印加されるため、0Vの状態から正電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量は点Mから点Aまで曲線35の上を移動し、第4のリファレンスセル18においては強誘電体キャパシタC8の第1電極に接地電圧Vssが印加されるため、強誘電体キャパシタC8は0Vの状態のままであるので分極電荷量は点Dのまま移動しない。

【0175】

その後、リセットデータ信号 R P D 及び第 2 のリセット制御信号 R P G 2 を順次非活性化することにより強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 1 電極が 0 V となり、また、第 2 のリファレンスセルプレート線 R C P 2 を非活性化することにより、強誘電体キャパシタ C 6, C 8 の第 2 電極が 0 V となる。これにより、第 2 のリファレンスセル 1 6 では、強誘電体キャパシタ C 6 が正電圧が印加された状態から 0 V の状態に変化するため分極電荷量が点 A から点 C まで曲線 3 1 の上を移動し、第 4 のリファレンスセル 1 8 では強誘電体キャパシタ C 8 は 0 V の状態のままであるため、分極電荷量は点 D のまま変化しない。

【 0 1 7 6 】

ここで、第 3 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動は、“1” データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 C から点 E、点 K、点 A、点 C の順に移動し、“0” データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 D から点 H、点 B、点 D の順に移動する。また、各リファレンスセルの読み出し動作において、“1” データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 C から点 I、点 M、点 A、点 C の順に移動し、“0” データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 D から点 J、点 D の順に移動する。

【 0 1 7 7 】

このように、第 3 の実施形態に係る強誘電体記憶装置によると、第 1 の実施形態と同様に分極反転量を小さくすることができ、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することが可能である。

【 0 1 7 8 】

さらに、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線をセンスアンプ駆動中にまで活性化することにより、スイッチ制御信号の非活性化時のビット線電位が高くなるため、スイッチ制御信号の非活性化に伴うノイズの影響を低減することができ、信頼性の高い読み出し動作が可能となる。

【 0 1 7 9 】

なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態の一変形例と同様に、第 2 のス

イッチ制御信号REQ2を時刻 t_2 のタイミングよりも前に活性化するにより、第2のスイッチ制御信号REQ2の活性化と第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2の活性化期間を並行して高速動作を行うことが可能である。

【0180】

(第4の実施形態)

以下、第4の実施形態に係る強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【0181】

なお、本実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成は、図1に示す第1の実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成と同一であり、制御回路29による読み出し動作の制御が第1実施形態と異なっている。ここでは本実施形態の読み出し動作について、第1の実施形態との差異を説明する。

【0182】

図7は第4の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示している。

【0183】

図7に示すように、初期状態から、時刻 t_2 において第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を活性化するまでの動作は、図2に示す第1の実施形態の読み出し動作の時刻 t_2 までと同様である。これにより、強誘電体キャパシタC1、C3及び強誘電体キャパシタC6、C8のそれぞれの第2電極へ“H”レベルの電圧が印加され、第1のメモリセル11、第3のメモリセル13、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18から各ビット線へのデータの出力が開始される。

【0184】

次に、時刻 t_3 よりも前に、第2のスイッチ制御信号REQ2及び第2のリファレンスワード線RWL2を順次非活性化する。これにより、第2のスイッチ回路24を停止して第2のビット線BL2と第4のビット線BL4とを切り離した後、トランジスタT6、T8がオフされて第2のリファレンスセル16及び第4

のリファレンスセル18と第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4とを切り離す。

【0185】

次に、時刻 t_3 のタイミングにおいてセンスアンプ起動信号SAEを活性化して第1のセンスアンプ26及び第2のセンスアンプ28を駆動させる。これにより、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との電位差が、第1のビット線BL1が電源電圧 V_{cc} となり且つ第2のビット線BL2が接地電圧 V_{ss} となるまで増幅され、第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との電位差が、第3のビット線BL3が接地電圧 V_{ss} となり且つ第4のビット線BL4が電源電圧 V_{cc} となるまで増幅される。

【0186】

次に、時刻 t_4 のタイミングにおいて、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2を非活性化する。これにより、強誘電体キャパシタC1、C3及び強誘電体キャパシタC6、C8のそれぞれの第2電極への電圧の供給が停止され、第1のメモセル11、第3のメモセル13、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18から各ビット線へのデータの出力を停止する。

【0187】

その後、時刻 t_5 においてセンスアンプ起動信号SAEを非活性化する以降の工程は、図2に示す第1の実施形態の読み出し動作の時刻 t_5 以降と同様であるため説明を省略する。

【0188】

以下、第4の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動について図3を用いて説明する。ただし、図7に示す“L”レベルは接地電位 V_{ss} (0V)であり、また“H”レベルは電源電圧 V_{cc} (>0V)であるとする。

【0189】

まず、図7に示す時刻 t_1 のタイミングでは、各メモセル及び各リファレンスセルの強誘電体キャパシタC1～C8には電圧が印加されていない。このため、

“1” データを保持する第1のメモリセル11及び第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタC1, C6の分極電荷量は点Cの位置にあり、また“0” データを保持する第3のメモリセル13及び第4のリファレンスセル18では、強誘電体キャパシタC3, C8の分極電荷量は点Dの位置にある。

【0190】

次に、図7に示す時刻 t_2 のタイミングでは、トランジスタT1, T3がオンされ且つ第1のセルプレート線CP1に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタC1, C3において第1電極には V_{ss} が、第2電極には V_{cc} が印加される。また、トランジスタT6, T8がオンされ且つ第2のリファレンスセルプレート線RCP2に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタC6, C8において第1電極には V_{ss} が、第2電極には V_{cc} が印加される。これにより、強誘電体キャパシタC1, C3, C6, C8は0Vの状態から負の電圧($-V_{cc}$)が印加された状態に変化する。

【0191】

これにより、第1のメモリセル11では強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Cから点Eの位置まで曲線31の上を移動し、第3のメモリセル13では、強誘電体キャパシタC3の分極電荷量が点Dから点Hの位置まで曲線32の上を移動する。同様に、第2のリファレンスセル16では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Cから点Iの位置に、第4のリファレンスセルでは強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Dから点Jの位置にそれぞれ移動する。

【0192】

このとき、第1のビット線BL1には電荷Q3が読み出されて点Eに対応する“1”データの電位となり、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4には電荷Q2が読み出されて点I及び点Jに対応する基準電位となり、第3のビット線BL3には電荷Q1が読み出されて点Hに対応する“0”データの電位となる。これにより、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との間には電位差 V_1 が生じ、第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との間には電位差 V_2 が生じる。

【0193】

次に、図7に示す時刻 t_3 のタイミングでは、第1のセンスアンプ26により電位差 V_2 が増幅されて第1のビット線 BL_1 が電源電圧 V_{cc} 、第2のビット線 BL_2 が接地電位 V_{ss} となる。これにより、第1のメモリセル11において強誘電体キャパシタ C_1 の第1電極には第1のビット線から電源電圧 V_{cc} が印加され、第2電極には第1のセルプレート線から電源電圧 V_{cc} が印加された状態となり、従って強誘電体キャパシタ C_1 の分極電荷量が点Eから点Kまで曲線35の上を移動する。また、第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタ C_6 が第2のビット線 BL_2 から切り離されているため、分極電荷量は点Iの位置から移動しない。

【0194】

同様に、第2のセンスアンプ28により電位差 V_1 が増幅されて第3のビット線 BL_3 が接地電圧 V_{ss} に、第4のビット線 BL_4 が電源電圧 V_{cc} になるため、第3のメモリセル13では強誘電体キャパシタ C_3 は負の電圧($-V_{cc}$)が印加された状態から変化しないので分極電荷量は点Hの位置から移動せず、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタ C_8 は第4のビット線 BL_4 から切り離されているため、分極電荷量は点Jの位置から移動しない。

【0195】

次に、図7に示す時刻 t_4 のタイミングでは、第1のセルプレート線 CP_1 及び第2のリファレンスセルプレート線 RCP_2 が非活性化されるため、第1のメモリセル11、第3のメモリセル13、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18において、それぞれの強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 、 C_6 、 C_8 に印加された電圧は正の方向に変化する。

【0196】

これにより、第1のメモリセル11では強誘電体キャパシタ C_1 の分極電荷量が点Kから点Aの位置まで曲線35の上を移動し、第3のメモリセル13では強誘電体キャパシタ C_3 の分極電荷量は点Hから点Dの位置まで曲線32の上を移動する。

【0197】

同様に、第2のリファレンスセル16では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Iから点Mの位置まで曲線36の上を移動し、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Jの位置から点Dの位置まで曲線32の上を移動する。

【0198】

続いて、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次活性化することにより、第2のリファレンスセル16においては強誘電体キャパシタC6の第1電極にリセットデータ信号RPDから電源電圧Vccが印加されるため、0Vの状態から正電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量は点Mから点Aまで曲線35の上を移動し、第4のリファレンスセル18においては強誘電体キャパシタC8の第1電極に接地電圧Vssが印加されるため、強誘電体キャパシタC8は0Vの状態のままであるので分極電荷量は点Dのまま移動しない。

【0199】

その後、図7に示す時刻t5よりも後に、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次非活性化することにより強誘電体キャパシタC6、C8の第1電極が0Vとなり、また、第2のリファレンスセルプレート線RCP2を非活性化することにより、強誘電体キャパシタC6、C8の第2電極が0Vとなる。これにより、第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタC6が正電圧が印加された状態から0Vの状態に変化するため分極電荷量が点Aから点Cまで曲線31の上を移動し、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8は0Vの状態のままであるため、分極電荷量は点Dのまま変化しない。

【0200】

ここで、第4の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動は、“1”データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点Cから点E、点K、点A、点Cの順に移動し、“0”データを保持するメモリセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点Dから点H、点B、点Dの順に移動する。また、各リファレンスセルの読み出し

動作において、“1”データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点Cから点I、点M、点A、点Cの順に移動し、“0”データを保持するリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点Dから点J、点P、点B、点Dの順に移動する。

【0201】

このように、第4の実施形態によると、第1の実施形態と同様に分極反転量を小さくすることができ、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することが可能である。

【0202】

さらに、セルプレート線及びリファレンスセルプレート線をセンスアンプ駆動中にまで活性化することにより、スイッチ制御信号の非活性化時のビット線電位が高くなるため、スイッチ制御信号の非活性化に伴うノイズの影響を低減することができ、信頼性の高い読み出し動作が可能となる。

【0203】

なお、本実施形態においても、第1の実施形態の一変形例と同様に、第2のスイッチ制御信号REQ2を時刻t2のタイミングよりも前に活性化することにより、第2のスイッチ制御信号REQ2の活性化と第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2の活性化期間を並行して高速動作を行うことが可能である。

【0204】

(第5の実施形態)

以下、第5の実施形態に係る強誘電体記憶装置について図面を参照しながら説明する。

【0205】

なお、本実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成は、図1に示す第1の実施形態の強誘電体記憶装置の回路構成と同一であり、制御回路29による読み出し動作の制御が第1実施形態と異なっている。ここでは本実施形態の読み出し動作について、第1の実施形態との差異を説明する。

【0206】

図 8 は第 5 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示している。

【 0 2 0 7 】

図 8 に示すように、初期状態から、時刻 t_1 においてビット線プリチャージ信号 BP を非活性化するまでは、図 2 に示す第 1 の実施形態の読み出し動作の時刻 t_1 までと同様である。

【 0 2 0 8 】

次に、時刻 t_2 のタイミングにおいて、第 1 のワード線 WL_1 、第 1 のセルプレート線 CP_1 、第 2 のリファレンスワード線 RWL_2 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 RCP_2 を活性化する。

【 0 2 0 9 】

これにより、トランジスタ T_1 、 T_3 がオンされると共に強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 の第 2 電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第 1 のメモリセル 11 及び第 3 のメモリセル 13 に保持されたデータがそれぞれ第 1 のビット線 BL_1 及び第 3 のビット線 BL_3 に出力される。

【 0 2 1 0 】

また、トランジスタ T_6 、 T_8 がオンされると共に強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 の第 2 電極に“H”レベルの電圧が印加されて、第 2 のリファレンスセル 16 及び第 4 のリファレンスセル 18 に保持された“1”データ及び“0”データがそれぞれ第 2 のビット線 BL_2 及び第 4 のビット線 BL_4 に出力される。

【 0 2 1 1 】

次に、時刻 t_3 のタイミングにおいて、第 1 のセルプレート線 CP_1 及び第 2 のリファレンスセルプレート線 RCP_2 を非活性化する。これにより、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 及び強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 のそれぞれの第 2 電極への電圧の供給が停止され、第 1 のメモリセル 11、第 3 のメモリセル 13、第 2 のリファレンスセル 16 及び第 4 のリファレンスセル 18 から各ビット線へのデータの出力を停止する。

【 0 2 1 2 】

その後、時刻 t_4 のタイミングよりも前に、第 2 のスイッチ制御信号 REQ_2

を所定の期間活性状態にする。これにより、第2のスイッチ回路24が駆動して第2のビット線BL2と第4のビット線BL4とがイコライズされるため、第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4は、“1”データに対応する電位と“0”データに対応する電位との中間の電位がリファレンスレベルとなる。

【0213】

続いて、第2のリファレンスワード線RWL2を順次非活性化する。これにより、トランジスタT6、T8がオフされて第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18と第2のビット線BL2及び第4のビット線BL4とを切り離す。

【0214】

次に、時刻t4のタイミングにおいてセンスアンプ起動信号SAEを活性化して第1のセンスアンプ26及び第2のセンスアンプ28を駆動させる。これにより、第1のビット線BL1と第2のビット線BL2との電位差が、第1のビット線BL1が電源電圧Vccとなり且つ第2のビット線BL2が接地電圧Vssとなるまで増幅され、第3のビット線BL3と第4のビット線BL4との電位差が、第3のビット線BL3が接地電圧Vssとなり且つ第4のビット線BL4が電源電圧Vccとなるまで増幅される。

【0215】

続いて、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次活性化することにより、第2のリセット回路20及び第4のリセット回路22を用いて第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18への再書き込みを行う。このとき、第2のリファレンスセル16においては、強誘電体キャパシタC6の第1電極に接地電圧Vssが供給されているため“0”データが書き込まれ、また第4のリファレンスセル18においては、強誘電体キャパシタC8の第1電極にリセットデータ信号RPDとして“H”レベルの電圧が供給されることため“1”データが書き込まれる。

【0216】

その後、ビット線プリチャージ信号BPを活性化すると共に、第1のワード線WL1、リセットデータ信号RPD、第2のリセット制御信号RPG2を順次非

活性化して初期状態と同じ状態に戻し、読み出し動作が完了する。

【0217】

以下、第5の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動について図3を用いて説明する。ただし、図8に示す“L”レベルは接地電位 V_{ss} (0 V) であり、また“H”レベルは電源電圧 V_{cc} (> 0 V) であるとする。

【0218】

まず、図8に示す時刻 t_1 のタイミングでは、各メモセル及び各リファレンスセルの強誘電体キャパシタ $C_1 \sim C_8$ には電圧が印加されていない。このため、“1”データを保持する第1のメモセル11及び第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_6 の分極電荷量は点Cの位置にあり、また“0”データを保持する第3のメモセル13及び第4のリファレンスセル18では、強誘電体キャパシタ C_3 、 C_8 の分極電荷量は点Dの位置にある。

【0219】

次に、図8に示す時刻 t_2 のタイミングでは、トランジスタ T_1 、 T_3 がオンされ且つ第1のセルプレート線 CP_1 に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 において第1電極には接地電圧 V_{ss} が、第2電極には電源電圧 V_{cc} が印加される。また、トランジスタ T_6 、 T_8 がオンされ且つ第2のリファレンスセルプレート線 RCP_2 に“H”レベルの電圧として電源電圧 V_{cc} が印加されるため、強誘電体キャパシタ C_6 、 C_8 において第1電極には V_{ss} が、第2電極には V_{cc} が印加される。これにより、強誘電体キャパシタ C_1 、 C_3 、 C_6 、 C_8 は0 Vの状態から負の電圧 ($-V_{cc}$) が印加された状態に変化する。

【0220】

これにより、第1のメモセル11では強誘電体キャパシタ C_1 の分極電荷量が点Cから点Eの位置まで曲線31の上を移動し、第3のメモセル13では、強誘電体キャパシタ C_3 の分極電荷量が点Dから点Hの位置まで曲線32の上を移動する。また、このとき第2のスイッチ回路24は停止状態であるため、第2のビット線 BL_2 及び第4のビット線 BL_4 のビット線容量は第1のビット線B

L1と同じであるため、“1”データを保持する第2のリファレンスセル16では強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Cから点Eの位置に、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Dから点Hの位置にそれぞれ移動する。

【0221】

このとき、第1のビット線BL1及び第2のビット線BL2には電荷Q3が読み出されて点Eに対応する“1”データの電位となり、第3のビット線BL3及び第4のビット線BL4には電荷Q1が読み出されて点Hに対応する“0”データの電位となる。

【0222】

次に、図8に示す時刻 t_3 のタイミングでは、第1のセルプレート線CP1及び第2のリファレンスセルプレート線RCP2が非活性化されるため、第1のメモリセル11、第3のメモリセル13、第2のリファレンスセル16及び第4のリファレンスセル18において、それぞれの強誘電体キャパシタに印加される電圧は負の電圧($-V_{cc}$)から0Vに変化する。

【0223】

これにより、第1のメモリセル11では、強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Eから点Kの位置まで曲線35の上を移動する。また、第3のメモリセル13では、強誘電体キャパシタC3の分極電荷量は点Hから点Dの位置まで曲線32の上を移動する。

【0224】

同様に、第2のリファレンスセル11では、強誘電体キャパシタC6の分極電荷量が点Eから点Kの位置まで曲線36の上を移動する。また、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8の分極電荷量が点Hの位置から点Dの位置まで曲線32の上を移動する。

【0225】

次に、図8に示す時刻 t_4 のタイミングよりも前に、第2のスイッチ制御信号REQ2の活性化により、ガイコライズされることにより、第2のビット線BL2と第4のビット線BL4の電位は点Eの“1”データの電位と、点Hに対応す

る“0”データの電位の中間の電位となる。

【0226】

次に、図8に示す時刻 t_4 のタイミングでは、第1のセンスアンプ26により電位差が増幅されて第1のビット線BL1が電源電圧 V_{cc} 、第2のビット線BL2が接地電位 V_{ss} となる。これにより、第1のメモリセル11では、強誘電体キャパシタC1の第1電極には V_{cc} が印加された状態となる。従って強誘電体キャパシタC1の分極電荷量が点Kから点Aまで曲線35の上を移動する。また、第2のリファレンスセル16では、強誘電体キャパシタC6が第2のビット線BL2から切り離されているため、分極電荷量は点Kの位置から移動しない。

【0227】

同様に、第2のセンスアンプ28により電位差が増幅されて第3のビット線BL3が接地電圧 V_{ss} に、第4のビット線BL4が電源電圧 V_{cc} になるため、第3のメモリセル13では強誘電体キャパシタC3は0Vのまま変化しないので分極電荷量は点Dの位置から移動せず、また、第4のリファレンスセル18では強誘電体キャパシタC8は第4のビット線BL4から切り離されているため、分極電荷量は点Dの位置から移動しない。

【0228】

続いて、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次活性化することにより、第2のリファレンスセル16においては強誘電体キャパシタC6の第1電極にリセットデータ信号RPDから電源電圧 V_{cc} が印加され、第4のリファレンスセル18においては強誘電体キャパシタC8の第1電極に接地電圧 V_{ss} が印加されるため、強誘電体キャパシタC6は0Vの状態から正電圧が印加された状態に変化するので分極電荷量は点Kから点Aまで曲線35の上を移動し、強誘電体キャパシタC8は0Vの状態のままであるので分極電荷量は点Dのまま移動しない。

【0229】

その後、図8に示す時刻 t_5 のタイミングよりも後に、リセットデータ信号RPD及び第2のリセット制御信号RPG2を順次非活性化することにより強誘電体キャパシタC6、C8の第1電極が0Vとなり、また、第2のリファレンスセ

ルプレート線 RCP2 を非活性化することにより、強誘電体キャパシタ C6、C8 の第 2 電極が 0 V となる。これにより、第 2 のリファレンスセル 16 では、強誘電体キャパシタ C6 が正電圧が印加された状態から 0 V の状態に変化するため分極電荷量が点 A から点 C まで曲線 31 の上を移動し、第 4 のリファレンスセル 18 では強誘電体キャパシタ C8 は 0 V の状態のままであるため、分極電荷量は点 D のまま変化しない。

【0230】

ここで、第 5 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作に伴う強誘電体キャパシタの分極電荷量の移動は、メモリセルとリファレンスセルとで同じ移動経路となり、“1” データを保持するメモリセル及びリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 C から点 E、点 K、点 A、点 C の順に移動し、“0” データを保持するメモリセル及びリファレンスセルでは強誘電体キャパシタの分極電荷量が点 D から点 H、点 B、点 D の順に移動する。従って、本実施形態の強誘電体記憶装置の分極反転量は、図 3 に示す点 C と点 E との間の電荷量 QSW2 となり、第 1 の実施形態の分極反転量 QSW1 よりも小さくなる。

【0231】

このように、第 5 の実施形態の強誘電体記憶装置によると、第 1 の実施形態よりも分極反転量を小さくすることができ、強誘電体記憶装置の書き換え回数特性をより向上することが可能である。

【0232】

また、リファレンスセルのそれぞれから“1” データ及び“0” データをビット線に出力した後にスイッチ制御信号を活性化することにより、強誘電体キャパシタの容量がビット線に付加されない状態でビット線がイコライズされるため、V1 と V2 とがほぼ等しい高精度のリファレンスレベルを発生することができる。

【0233】

【発明の効果】

本発明の強誘電体記憶装置によると、リファレンスセルを用いて基準電位を生成する際に、リファレンスセルと該リファレンスセルと接続されたビット線とを



切り離す動作をセンスアンプの駆動開始よりも前に行うことにより、センスアンプの駆動中にリファレンスセルを構成する強誘電体キャパシタの分極電荷量に変化しないため、メモリセルの読み出し動作におけるリファレンスセルの反転分極量を小さくして強誘電体記憶装置の書き換え回数特性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置を示す回路図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施形態に係る強誘電体記憶装置における強誘電体キャパシタのヒステリシス特性を示すグラフである。

【図 4】

本発明の第 1 の実施形態の一変形例に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 7】

本発明の第 4 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 8】

本発明の第 5 の実施形態に係る強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 9】

従来の強誘電体記憶装置を示す回路図である。

【図 1 0】

従来の強誘電体記憶装置の読み出し動作における動作タイミングを示す図である。

【図 1 1】

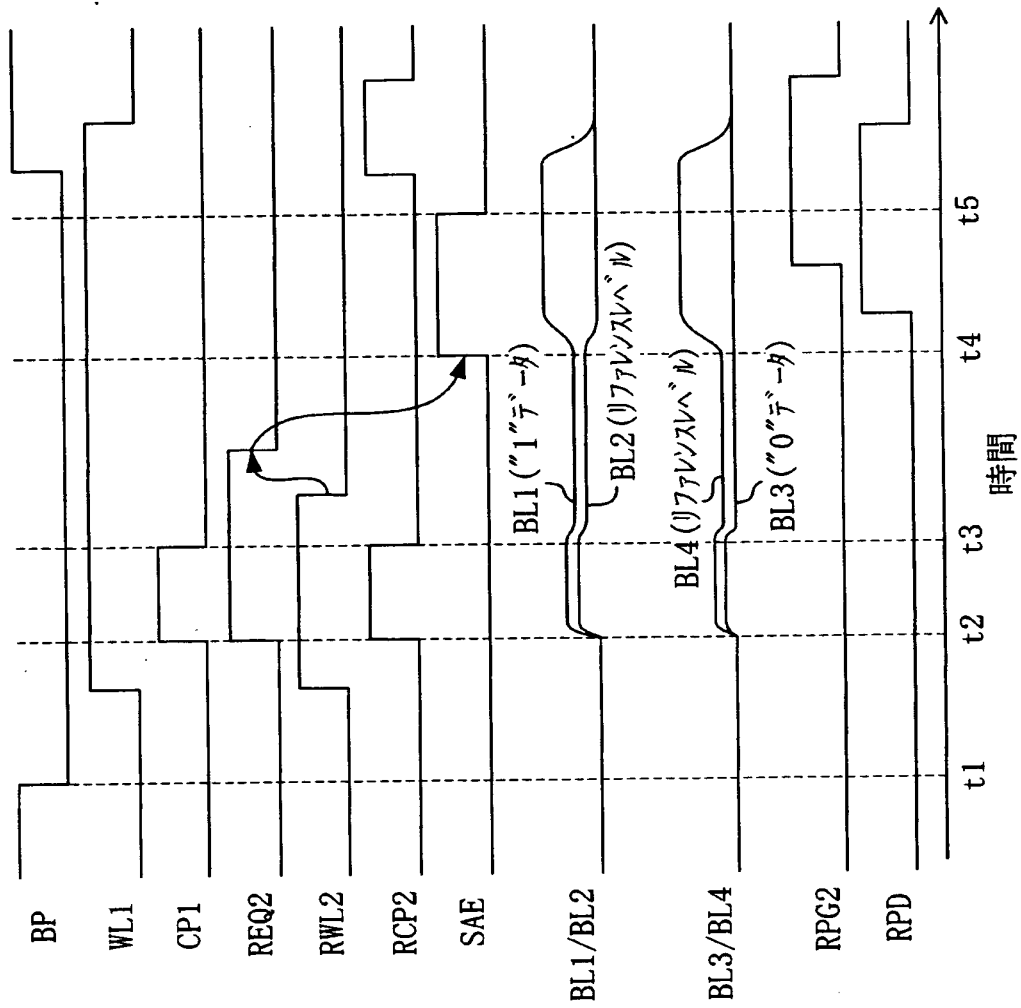
従来の強誘電体記憶装置の強誘電体キャパシタのヒステリシス特性を示すグラフである。

【符号の説明】

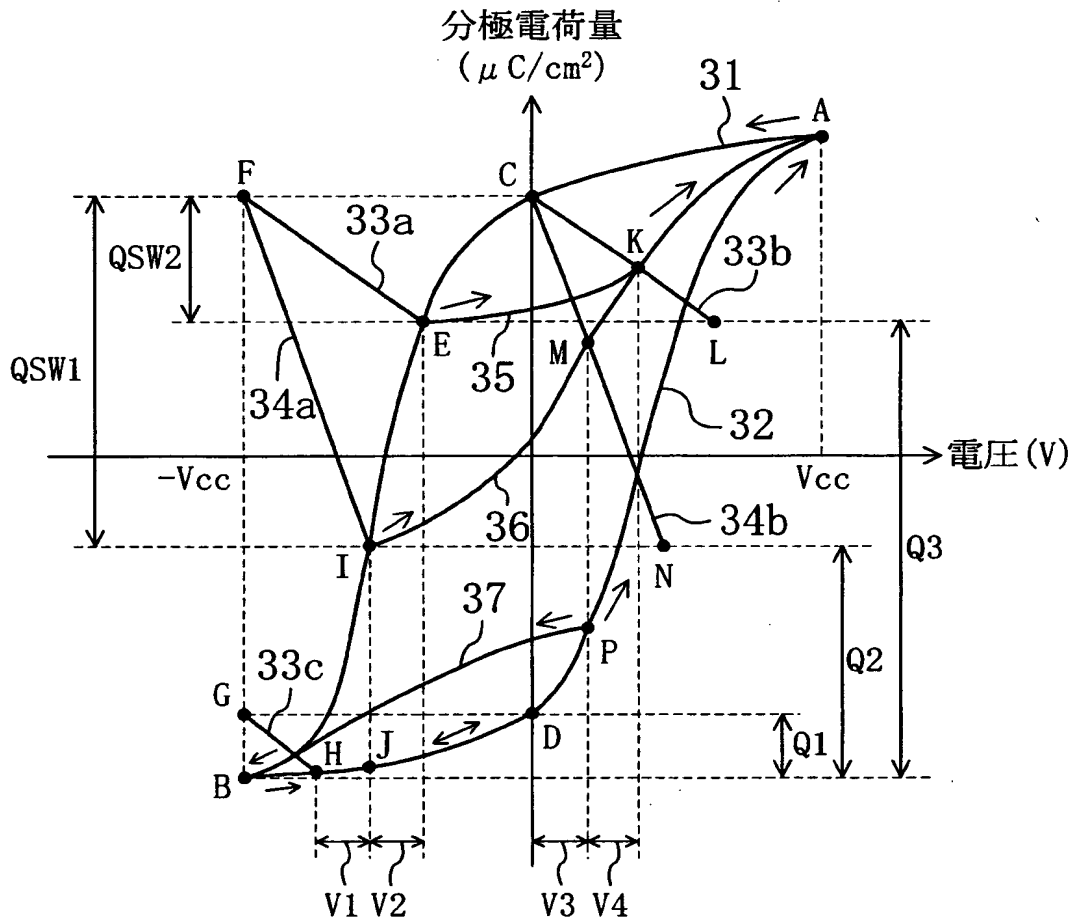
- 1 1 第 1 のメモリセル
- 1 2 第 2 のメモリセル
- 1 3 第 3 のメモリセル (第 1 のメモリセル)
- 1 4 第 4 のメモリセル (第 2 のメモリセル)
- 1 5 第 1 のリファレンスセル
- 1 6 第 2 のリファレンスセル
- 1 7 第 3 のリファレンスセル (第 1 のリファレンスセル)
- 1 8 第 4 のリファレンスセル (第 2 のリファレンスセル)
- 1 9 第 1 のリセット回路
- 2 0 第 2 のリセット回路
- 2 1 第 3 のリセット回路
- 2 2 第 4 のリセット回路
- 2 3 第 1 のスイッチ回路
- 2 4 第 2 のスイッチ回路
- 2 5 第 1 のプリチャージ回路
- 2 6 第 1 のセンスアンプ
- 2 7 第 2 のプリチャージ回路
- 2 8 第 2 のセンスアンプ
- 2 9 制御回路
- 3 1 曲線
- 3 2 曲線

| | |
|---------|-----------------------|
| 3 3 | 容量負荷線 |
| 3 4 | 容量負荷線 |
| 3 5 | 曲線 |
| 3 6 | 曲線 |
| 3 7 | 曲線 |
| B L 1 | 第 1 のビット線 |
| B L 2 | 第 2 のビット線 |
| B L 3 | 第 3 のビット線 (第 1 のビット線) |
| B L 4 | 第 4 のビット線 (第 2 のビット線) |
| W L 1 | 第 1 のワード線 |
| W L 2 | 第 2 のワード線 |
| C P 1 | 第 1 のセルプレート線 |
| C P 2 | 第 2 のセルプレート線 |
| R W L 1 | 第 1 のリファレンスワード線 |
| R W L 2 | 第 2 のリファレンスワード線 |
| R C P 1 | 第 1 のリファレンスセルプレート線 |
| R C P 2 | 第 2 のリファレンスセルプレート線 |
| R P G 1 | 第 1 のリセット制御信号 |
| R P G 2 | 第 2 のリセット制御信号 |
| R E Q 1 | 第 1 のスイッチ制御信号 |
| R E Q 2 | 第 2 のスイッチ制御信号 |
| R P D | リセットデータ信号 |
| B P | ビット線プリチャージ信号 |
| S A E | センスアンプ起動信号 |
| T | トランジスタ |
| C | 強誘電体キャパシタ |

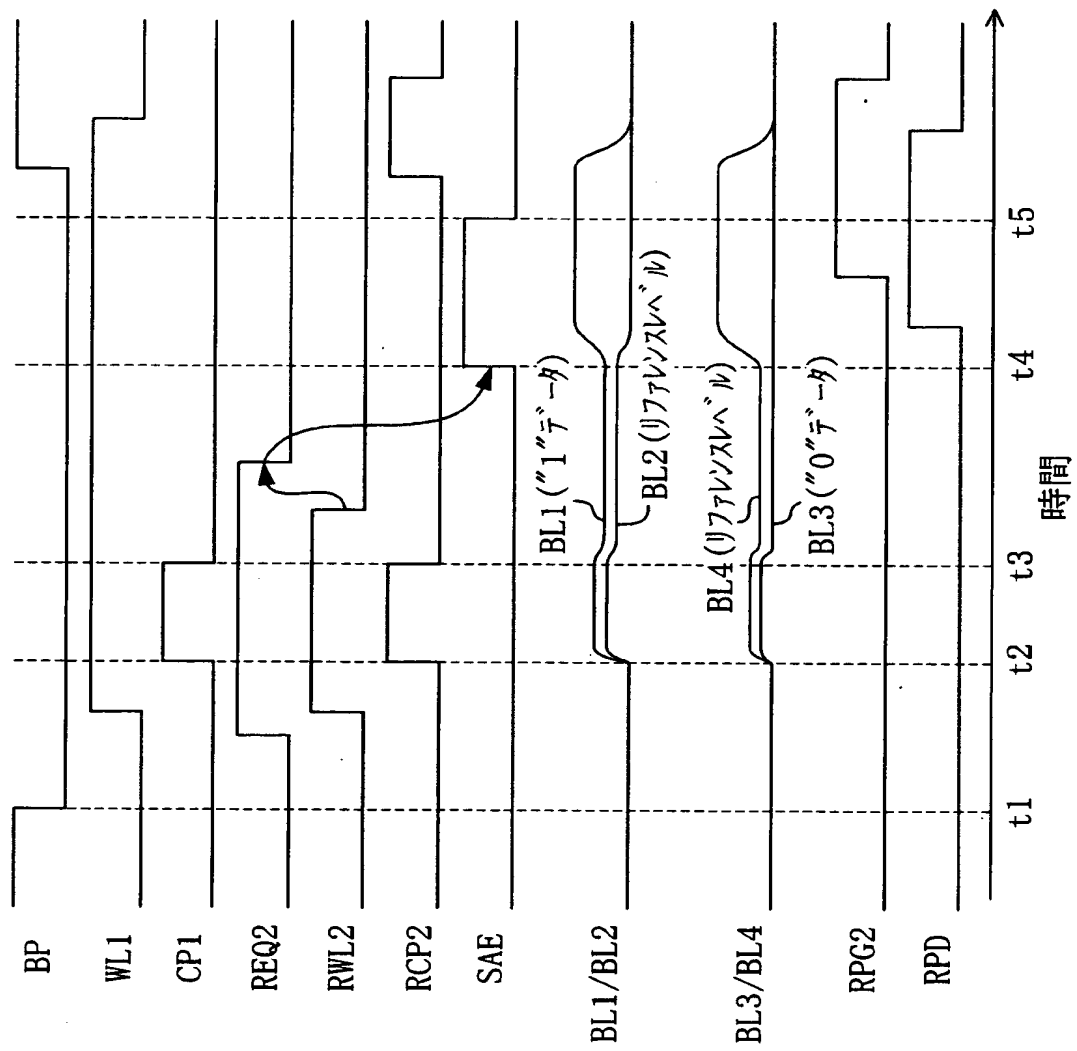
【図 2】



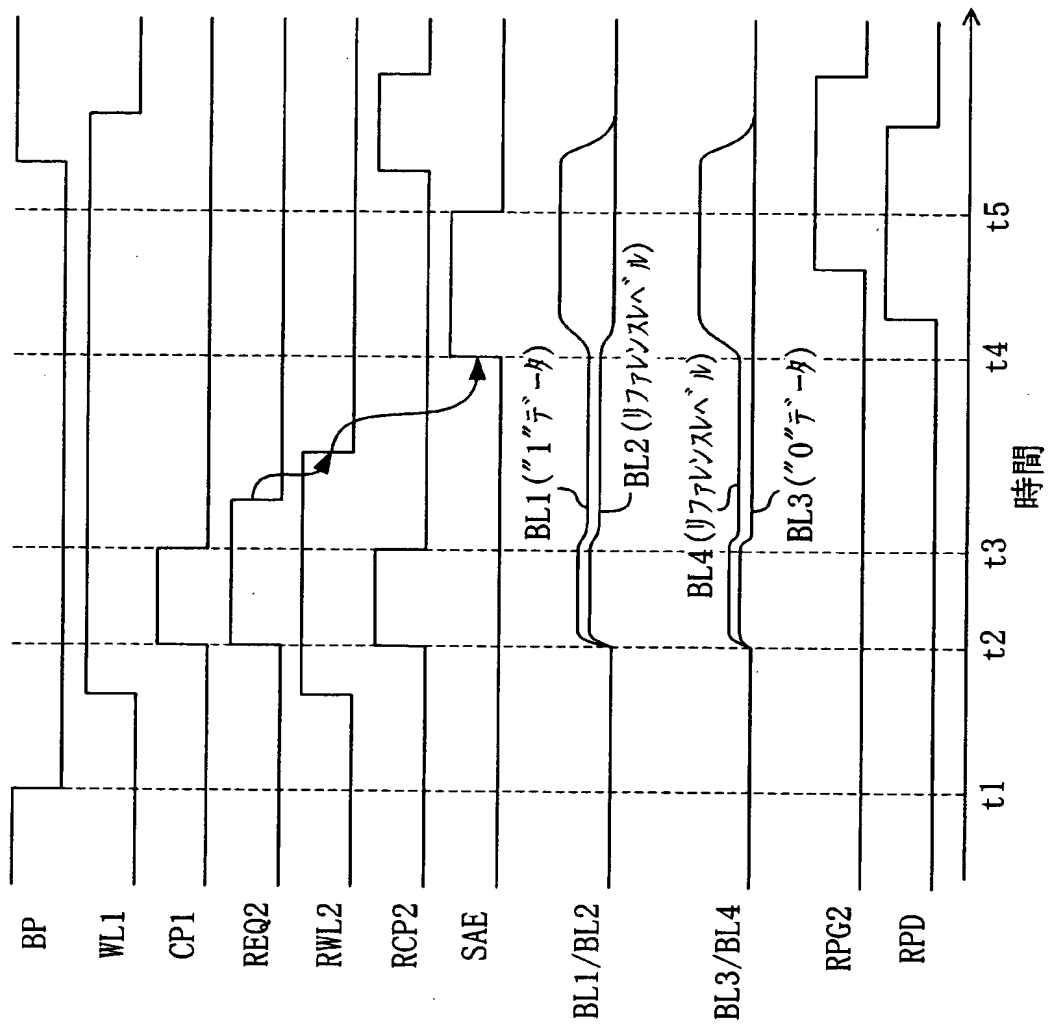
【図 3】



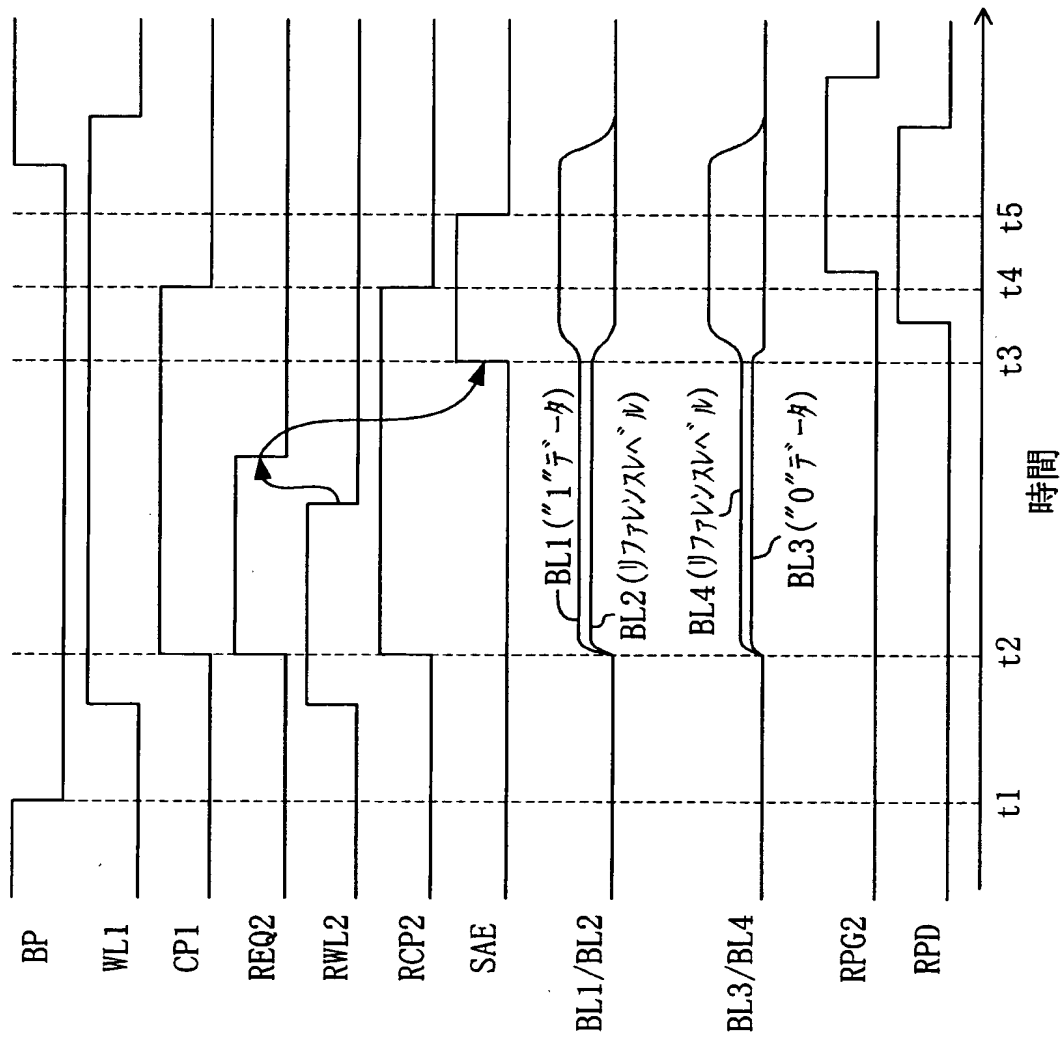
【図 4】



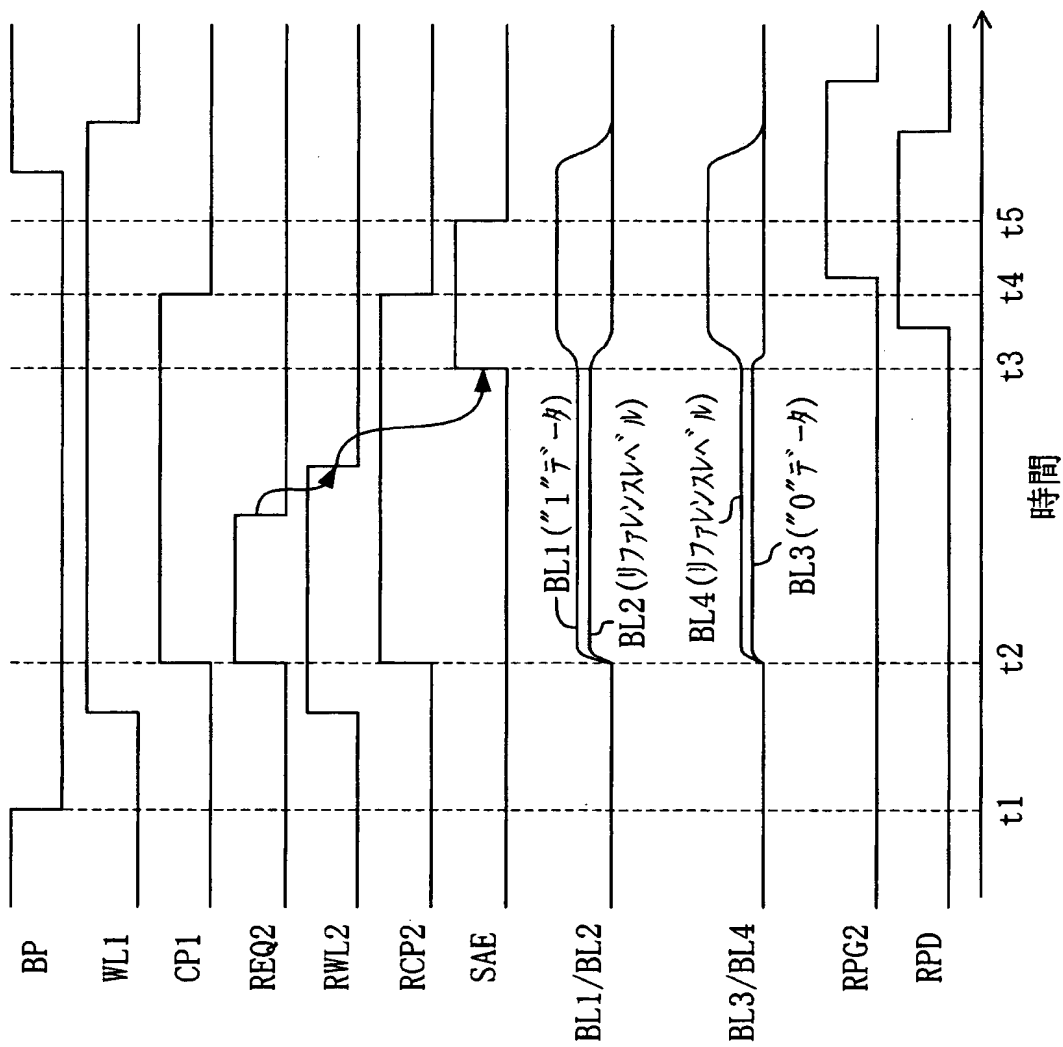
【図 5】



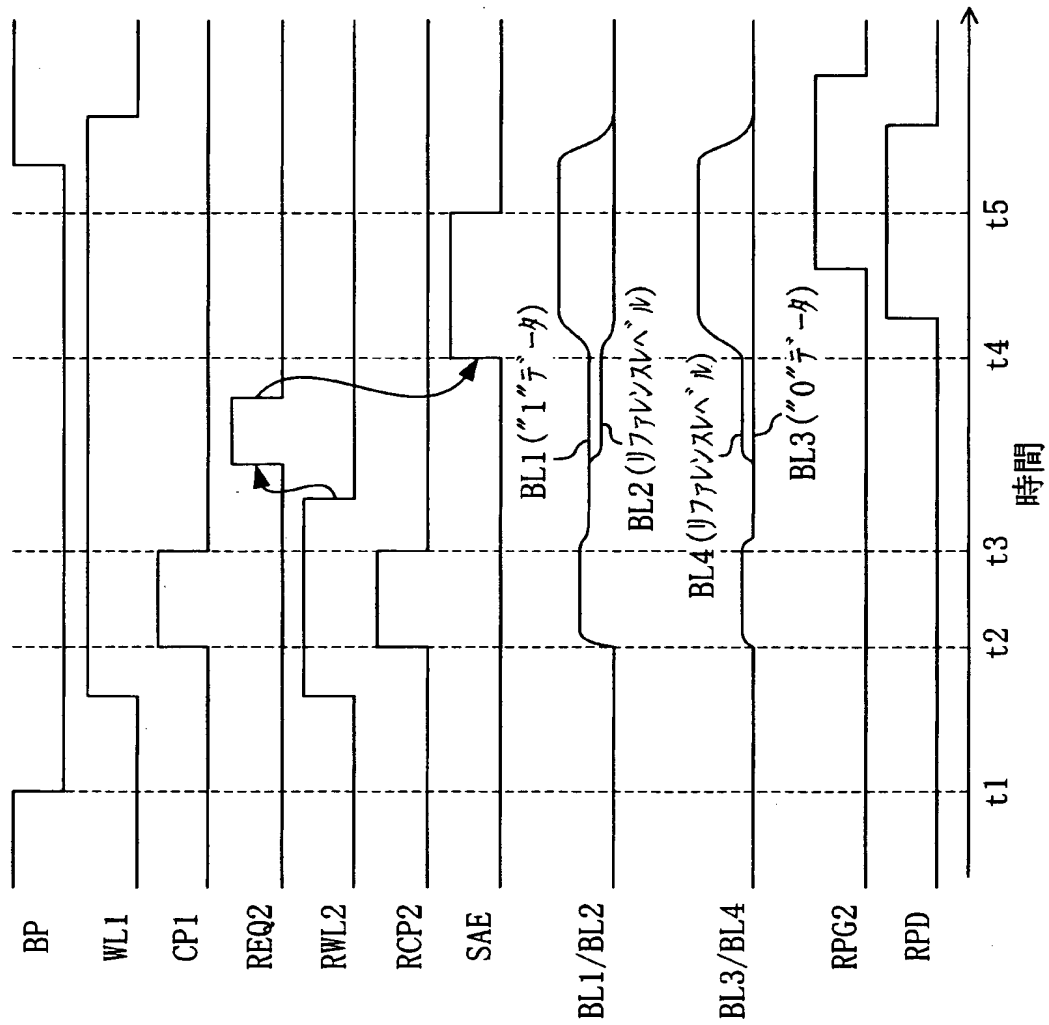
【図6】



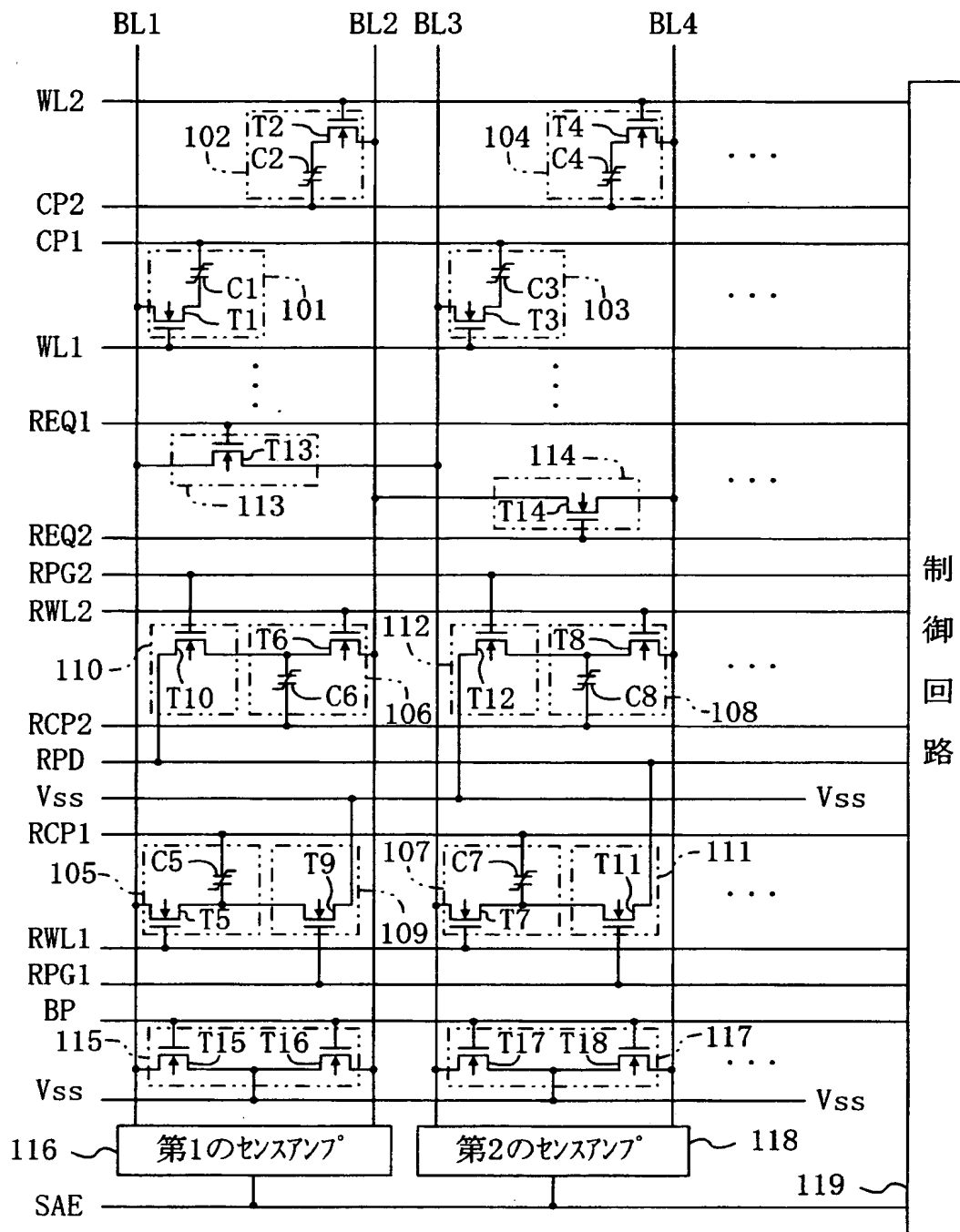
【図 7】



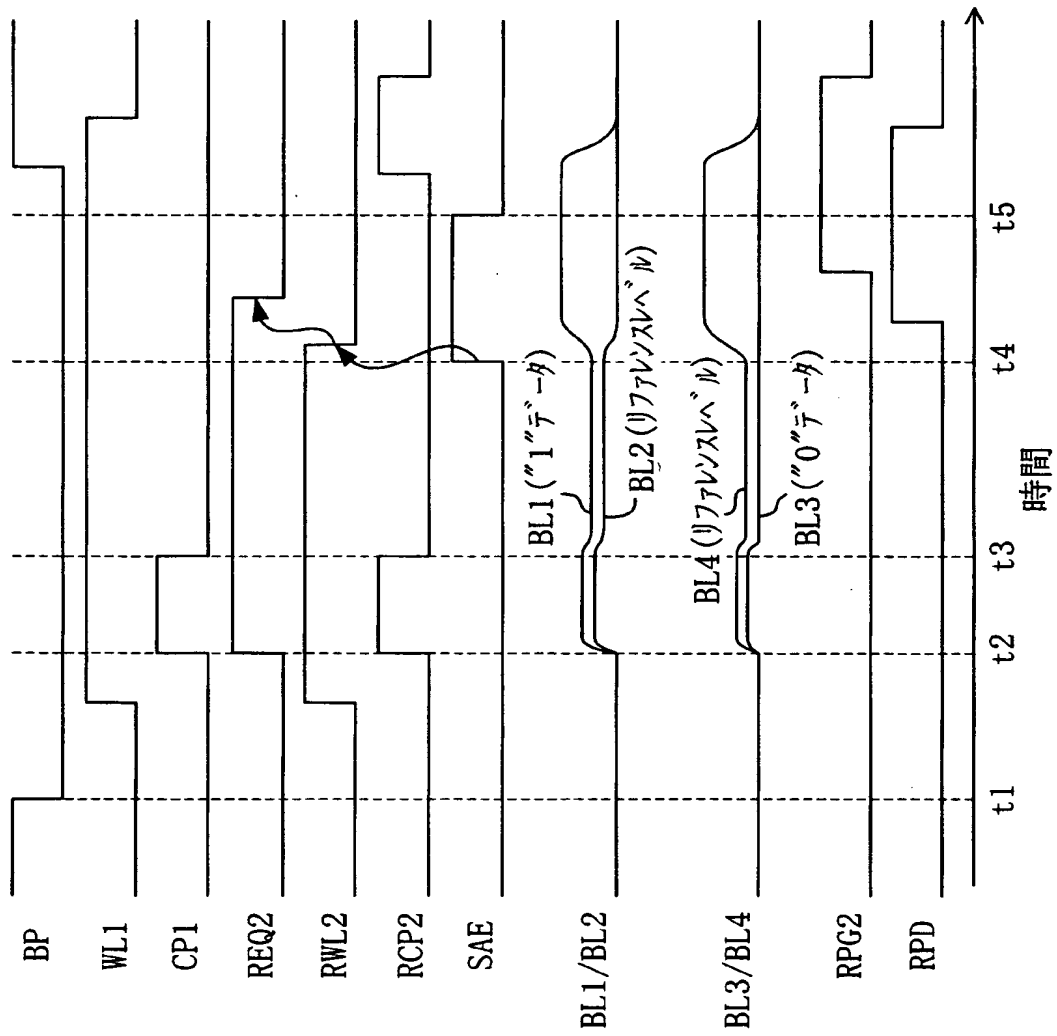
【図8】



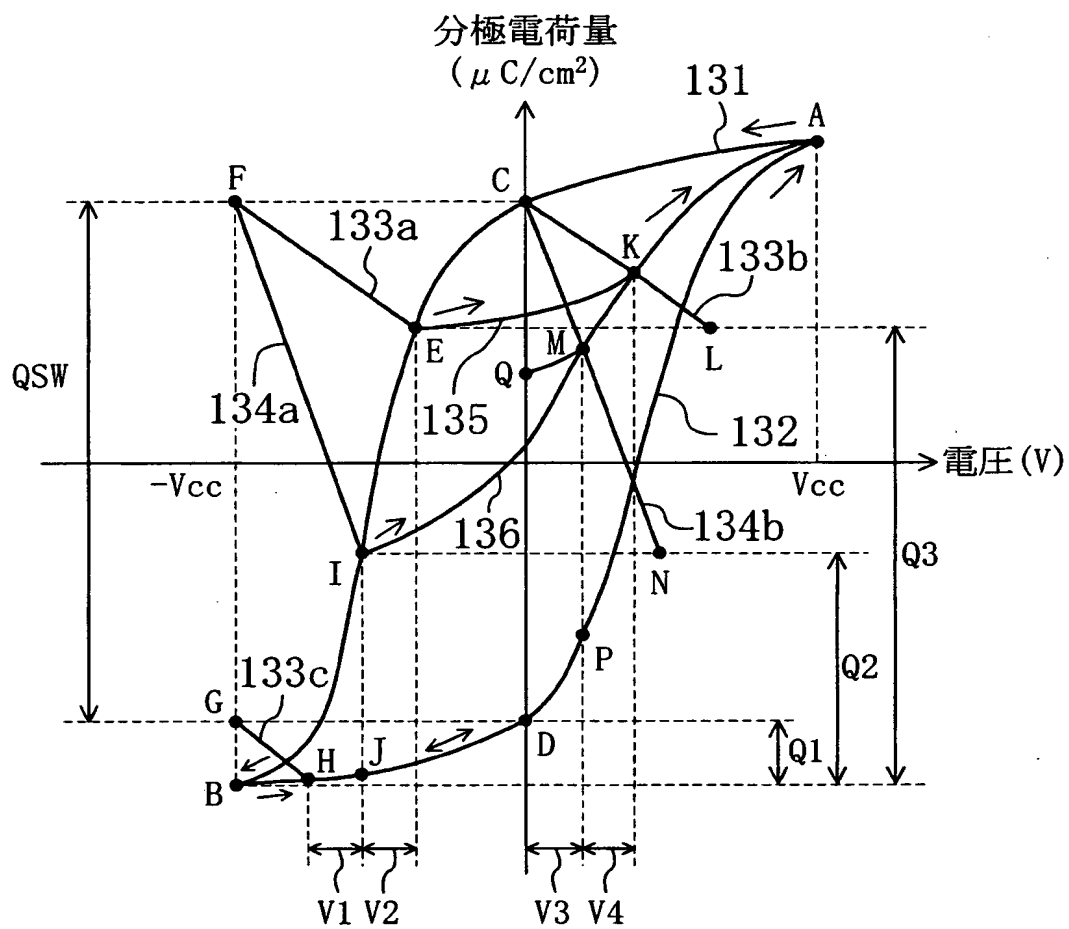
【図9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リファレンスセルを用いて基準電位を生成する強誘電体記憶装置において、リファレンスセルの読み出し動作における分極反転量を小さくして書き換え回数特性を向上できるようにする。

【解決手段】 まず、ワード線W L 1 及びセルプレート線C P 1 を活性化して第1のビット線B L 1 にメモリセルのデータを出力すると共に、スイッチ制御信号R E Q 2、リファレンスワード線R W L 2 及びリファレンスセルプレート線R C P 2 を活性化して第2のビット線B L 2 にリファレンス用の電位を生成する。次に、スイッチ制御信号R E Q 2 及びリファレンスワード線R W L 2 を非活性化した後、センスアンプ起動信号S A E を活性化する。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社